Guide Pratique

Les escaliers

Conception, dimensionnement, exécution : escalier en bois, métal, verre, maçonnerie, pierre naturelle…

En application des textes réglementaires, normes et règles consacrées par l'usage



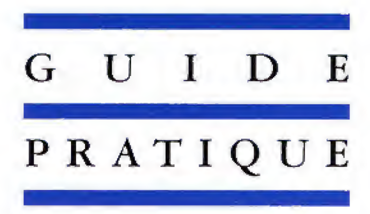
Le présent guide est destiné à commenter et à expliquer certaines règles de construction et les documents techniques de mise en œuvre.

Il ne se substitue en aucun cas aux textes de référence, qu'ils soient réglementaires (lois, décrets, arrêtés...), normatifs (normes, DTU ou règles de calcul) ou codificatifs (Avis Techniques, DTA, CPT...) qui doivent être consultés.

Le CSTB décline toute responsabilité quant aux conséquences directes ou indirectes de toute nature qui pourraient résulter de l'utilisation du présent guide.

Ce guide s'appuie sur les documents de référence en vigueur à la date de sa publication

ISBN 978-2-86891-396-8



Les escaliers

Conception, dimensionnement, exécution : escalier en bois, métal, verre, maçonnerie, pierre naturelle...

En application des textes réglementaires, normes et règles consacrées par l'usage

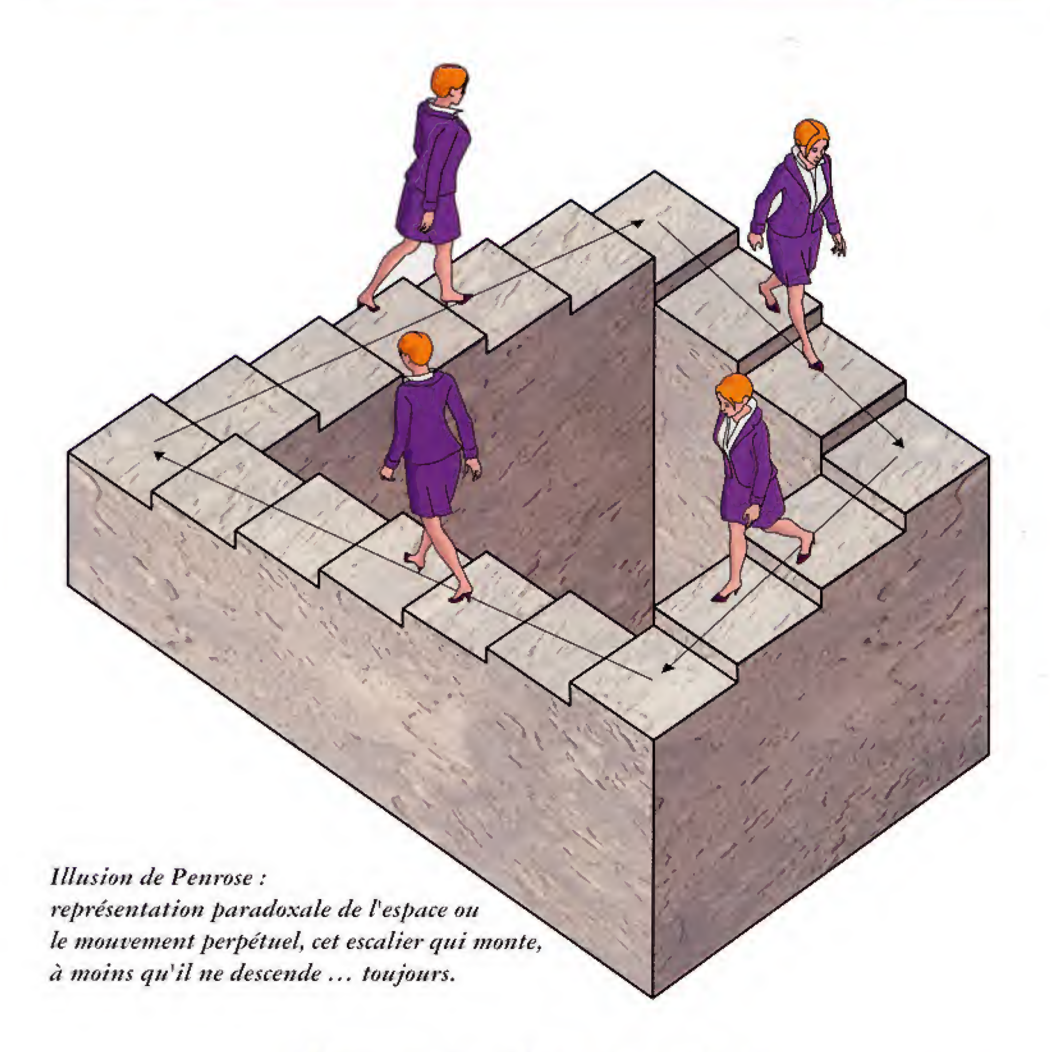
Ménad CHENAF
Ingénieur en chef au CSTB, Responsable de la Division Ingénierie de la Sécurité

Thierry BEL
Illustrations



SOMMAIRE

SOMMAIRE



Illusion de Penrose :
représentation paradoxale de l'espace ou
le mouvement perpétuel, cet escalier qui monte,
à moins qu'il ne descende ... toujours.

Domaine d'application

Le présent guide s'intéresse à la conception, au dimensionnement et à la réalisation des escaliers destinés à être disposés tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments.

Les développements qui y sont contenus consistent en des règles communes applicables à tous les types de bâtiments, en insistant par endroits sur les règles de sécurité et de confort visant la maison individuelle.

Des règles supplémentaires existent pour les autres types de bâtiments, en fonction de leur destination (ERP, habitations collectives, immeubles de bureaux, locaux industriels, etc.).

Le lecteur pourra au besoin consulter les textes codificatifs et réglementaires visant des cas spécifiques.

Destiné aux petites entreprises de construction ainsi qu'aux concepteurs, calculateurs et architectes, ce guide présente de manière synthétique les différents types d'escaliers pouvant être conçus, en fonction des contraintes locales liées au projet (dimensions de la trémie, hauteur à monter, largeur, etc.) et précise les précautions et spécifications techniques à respecter.

Il décrit également les dispositions réglementaires applicables en France en la matière.

Ce guide développe, en les explicitant, les points suivants :

- la terminologie employée ;
- la visée générale des textes codificatifs et réglementaires, ainsi que celle des règles consacrées par l'usage ;
- les différents types d'escaliers classés selon la forme architecturale ;
- les règles fonctionnelles confirmées par l'usage ;
- les règles relatives à la conception et au tracé de l'escalier ;
- les règles de dimensionnement structural ;
- les parties annexes de l'escalier (garde-corps, main courante, etc.).

Il indique également les références des principaux textes traitant du sujet.

Visées des textes existants

En France, les textes réglementaires relatifs aux escaliers concernent de manière différenciée :

- les bâtiments d'habitation collectifs :
- les maisons individuelles ;
- les établissements recevant du public (ERP) ;
- les locaux de travail (bureaux, bâtiments industriels, etc.).

Pour ce qui concerne plus spécifiquement les maisons individuelles, la réglementation en matière de conception d'escaliers est récente et figure dans l'arrêté du 01/08/2006 « Accessibilité aux personnes handicapées des bâtiments d'habitation collectifs et des maisons individuelles lors de leur construction ». Cet arrêté fixe un certain nombre d'exigences relatives aux dimensions des escaliers, en visant notamment la sécurité et le confort d'utilisation.

Il n'entre pas dans le cadre du présent guide de développer les attendus des textes réglementaires qui, d'ailleurs, sont mis à jour au fur et à mesure que les techniques constructives évoluent. Le lecteur pourra se référer aux références données au chapitre « Réglementation, normes et autres documents », qui sont applicables à la date de rédaction du présent guide.

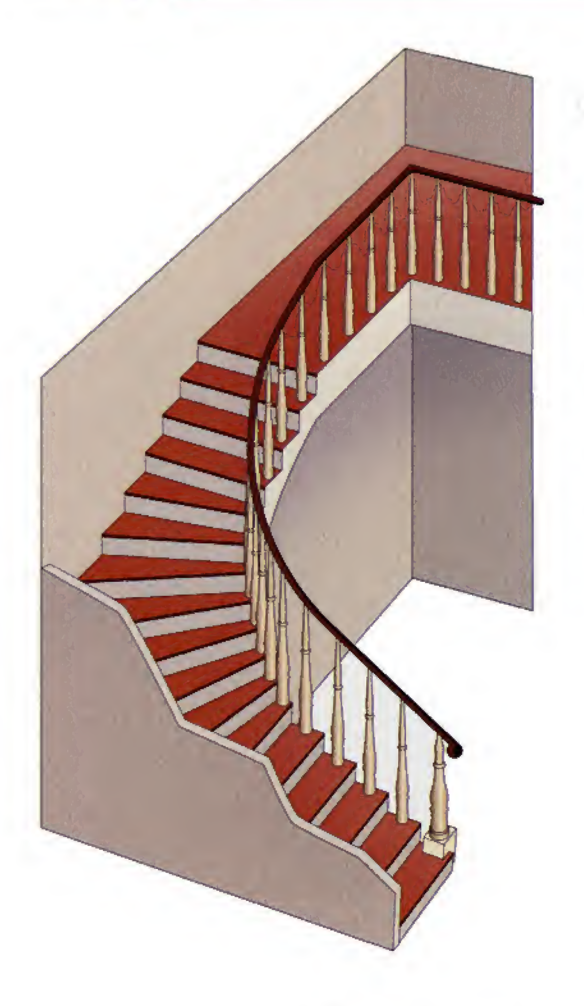
Si les exigences réglementaires évoluent assez rapidement dans leur définition, elles ne changent guère dans les principes de base qui les sous-tendent, ces principes relevant de phénomènes physiques tout autant que de considérations ergonomiques et de confort (ce dernier aspect conditionnant la sécurité d'utilisation).

Ainsi, la réglementation en matière d'escalier (tous types de bâtiments confondus) vise trois aspects essentiels :

- les dimensions de l'emmarchement et entre mains courantes, de manière à respecter des critères de confort d'utilisation et de rapidité d'évacuation (en cas de panique) ;
- la ventilation des cages d'escaliers et espaces qui y sont associés (couloirs de circulation) de manière à éviter l'enfumage et sécuriser l'évacuation des personnes en cas d'incendie (il faut savoir, en effet, que c'est par asphyxie que les incendies causent le plus de décès) ;
- le comportement au feu des matériaux utilisés, en vue de limiter l'inflammabilité (ce comportement justifié par des essais conventionnels et réglementés).

☞ **Observation**

Un quatrième point pourrait être mentionné bien qu'il ne soit pas explicitement visé par la réglementation en vigueur : il s'agit de l'isolement acoustique de l'escalier par rapport aux autres éléments de la construction. Ce critère peut être respecté moyennant l'adoption de dispositions particulières qui permettent d'annuler les transmissions solidiennes entre l'escalier et les planchers qu'il dessert. Ces dispositions consistent en pratique en l'interposition de matériau résilient à l'appui des escaliers (néoprène, notamment). Cela exige que l'escalier ait été conçu comme simplement appuyé sur le reste de la construction.



Quel que soit le matériau utilisé, la géométrie choisie et l'ouvrage dans lequel il est incorporé, un escalier doit respecter un certain nombre d'exigences et obéir à quelques règles communes.

De plus, un vocabulaire particulier est utilisé dans ce domaine.

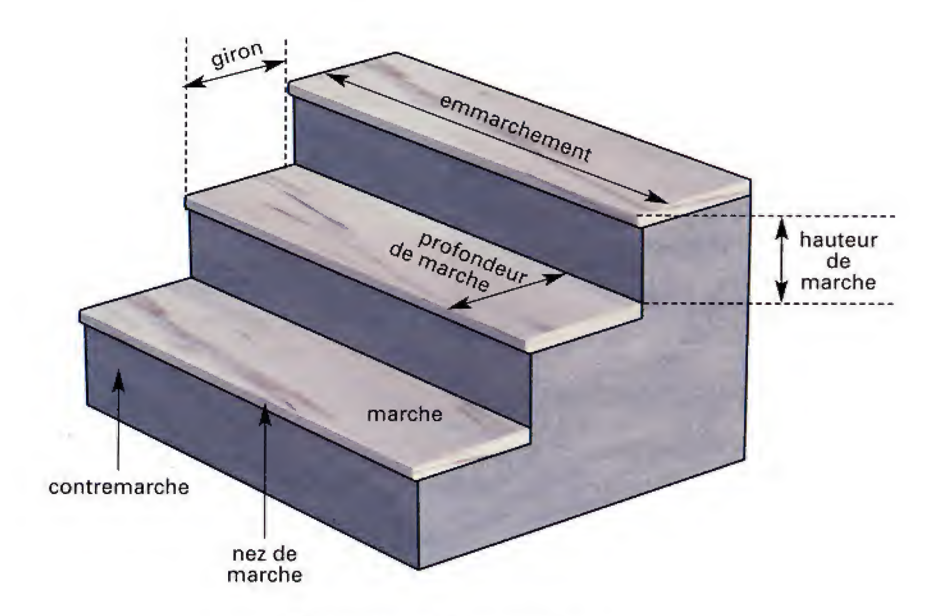
L'objet de ce chapitre est de présenter les diverses fonctions attendues d'un escalier ainsi que la terminologie pratiquée en la matière.

Fonctions d'un escalier

Les différentes fonctions attendues d'un escalier sont les suivantes :

- desservir les différents niveaux qu'il relie, en toute sécurité, cette notion de sécurité étant rattachée essentiellement aux aspects de conforts d'utilisation, stabilité de la cadence de marche, protections latérales, etc. ;
- être capable de supporter les charges qui lui seront appliquées en cours d'utilisation, ces charges présentant un caractère dynamique prononcé en raison des possibilités de saut sur les marches (résistance mécanique) ;
- résister aux diverses contraintes (climat, usure, etc.) auxquelles il peut être soumis lors de son usage (durabilité) ;
- quelquefois, contribuer à décorer l'espace dans lequel il est implanté.

En matière d'escalier, l'usage d'un vocabulaire spécifique relatif aux divers composants rend nécessaire la définition préalable des différents termes utilisés.

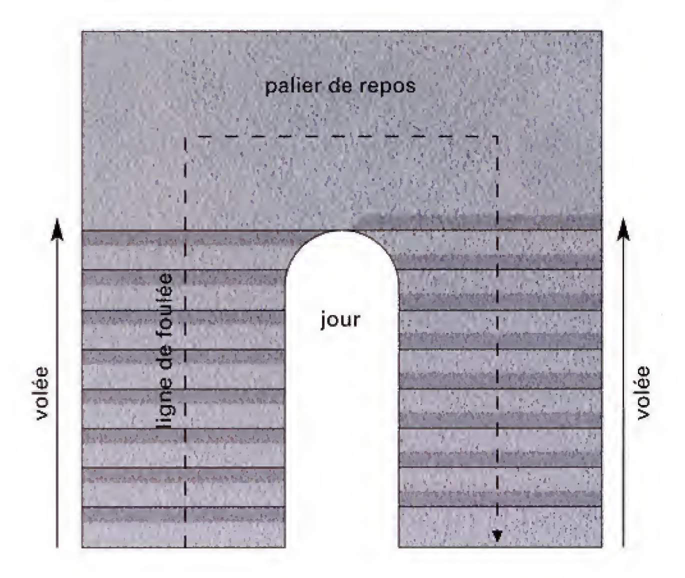


Constituants d'un escalier

Dans ce qui suit sont rassemblées les principales définitions permettant de comprendre convenablement les développements ultérieurs.

- **Escalier :** élément d'ouvrage permettant de passer à pied d'un étage de bâtiment à un autre. L'escalier est composé d'une succession régulière de plans horizontaux consistant en des marches et des paliers.
- **Emmarchement :** largeur praticable de l'escalier qui correspond en général à la grande dimension de la marche (dimension perpendiculaire au sens du déplacement dans l'escalier).
- **Hauteur de marche :** distance verticale séparant le dessus de deux marches successives. Cette hauteur varie généralement entre 16 et 21 cm. Sa détermination relève de considérations relatives à l'ergonomie et au confort d'utilisation de l'escalier, considérations qui seront détaillées dans la suite du présent guide.
- **Giron :** distance horizontale mesurée entre les nez de deux marches successives. Le giron varie généralement entre 25 et 32 cm pour un escalier intérieur et peut aller au-delà pour un escalier extérieur. Le giron et la hauteur de marche sont reliés par une équation (formule de Blondel, vue plus loin) permettant une bonne praticabilité de l'escalier.

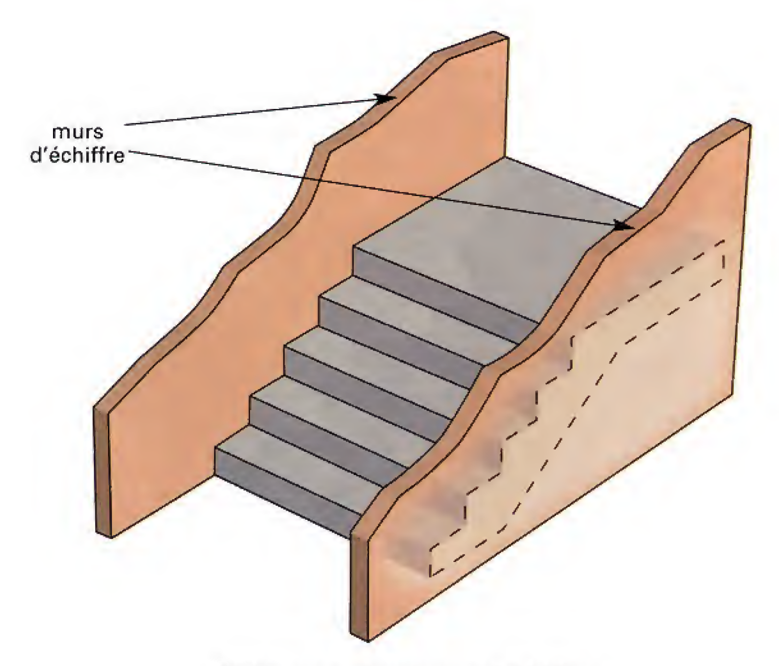
- **Profondeur de marche** : distance horizontale entre le nez de marche et la contremarche (correspond au giron auquel on rajoute le débord du nez de marche). Cette dimension est parallèle au sens du déplacement dans l'escalier.
- **Marche** : surface plane de l'escalier sur laquelle le pied se pose pour utiliser l'escalier.
- **Contremarche** : face verticale reliant, quand elle existe, deux marches successives.
- **Nez de marche** : bord extérieur de la marche, en débord ou non par rapport à la contremarche lorsque celle-ci existe Lorsqu'il est prévu un débord en nez de marche, il ne doit pas dépasser 10 mm, afin d'éviter l'accroche du talon en descente.



Vue en plan d'une cage d'escalier

- **Palier** : plan horizontal plus large que les marches courantes. Deux paliers consécutifs délimitent une volée d'escalier. Si le palier est au même niveau qu'un étage courant du bâtiment, on parle de palier d'arrivée (ou palier de départ). Sinon, il s'agit d'un palier intermédiaire (ou palier de repos).
- **Volée** : ensemble de marches successives, compris entre deux paliers (quelle que soit la nature du palier).
- **Ligne de foulée** : ligne théorique représentant le parcours usuel lorsque l'on emprunte l'escalier. Le tracé de cette ligne répond à des critères géométriques vus plus loin dans le présent guide.

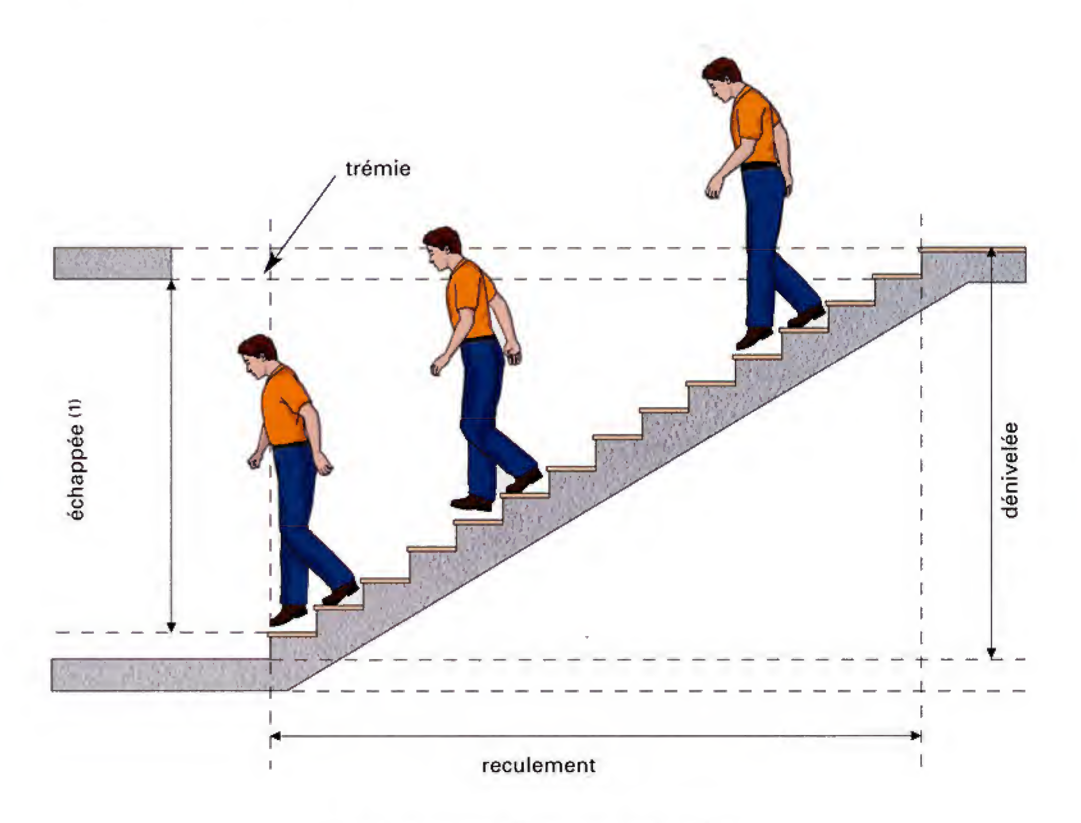
- **Jour d'escalier** : espace central de l'escalier, lorsqu'il est prévu (les deux volées peuvent être accolées. Dans ce cas, il n'y a pas de jour).
- **Mur d'échiffre** : mur parallèle (ou sensiblement parallèle) à la ligne de foulée sur lequel s'appuient les marches lorsque l'escalier est soutenu latéralement. Il est possible d'avoir un ou deux murs d'échiffre.



Volée entre deux murs d'échiffre

- **Echappée** : désigne la hauteur libre la plus faible calculée entre le dessus des marches et la sous-face du plancher supérieur.
- **Dénivelée** : hauteur de franchissement de l'escalier. Dans un bâtiment, c'est la hauteur comptée de plancher à plancher, revêtements compris.
- **Reculement** : il s'agit de l'encombrement de l'escalier dans le sens de la longueur (le reculement est la projection verticale de la longueur de l'escalier).
- **Trémie d'escalier** : ouverture ménagée dans le plancher pour permettre le passage de l'escalier.

• **Cage d'escalier** : désigne le volume dans lequel l'escalier est situé, volume généralement délimité par les murs entourant l'escalier.



Vue en coupe d'une cage d'escalier

(1) Se reporter au chapitre « Détermination de l'échappée » pour le mode de calcul.

Différents types d'escalier

Ce chapitre présente les différentes formes d'escaliers qui sont utilisés dans la pratique.

Néanmoins, d'autres formes peuvent être adoptées, en fonction de l'espace disponible, des positions et dimensions des trémies et des choix architecturaux.

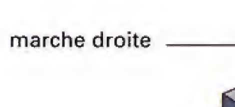
Les escaliers courants

Ils peuvent être réalisés indifféremment en bois, en béton ou en métal.

Escaliers à volée droite

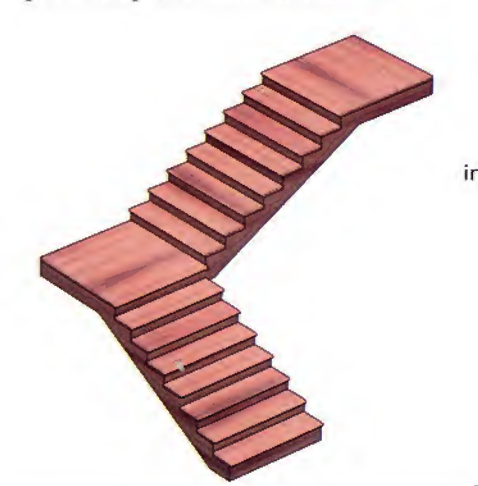
L'escalier droit

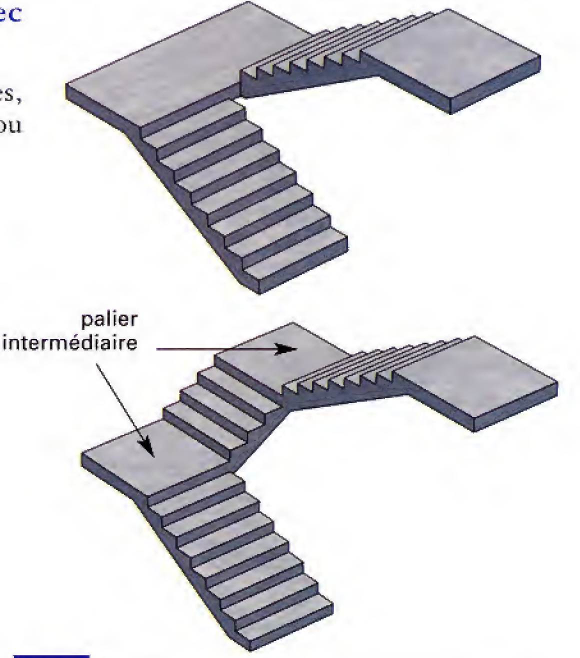
Il est constitué d'une volée droite.



L'escalier à volées droites avec paliers intermédiaires

Constitué de plusieurs volées droites, il comporte, dans son parcours, un ou plusieurs paliers intermédiaires.

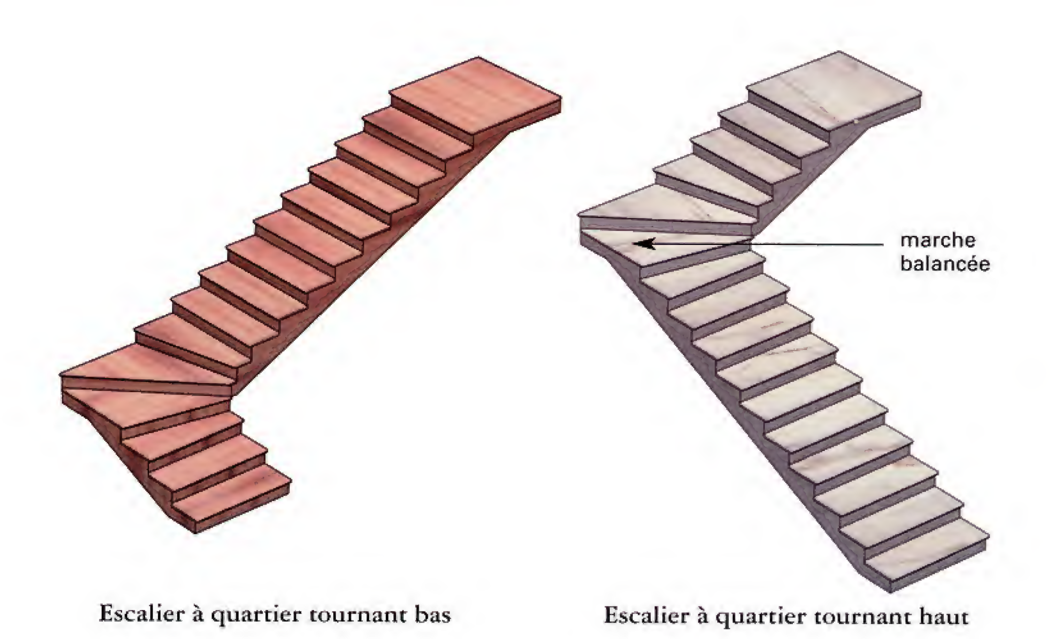




Escaliers balancés

Escalier à changement de direction sans palier intermédiaire, les changements de direction sont assurés par des marches dites « balancées ».

La position du balancement conduit aux appellations « quartier tournant bas », « quartier tournant haut », « quartier tournant médian », « double quartier tournant ».



Escalier à quartier tournant bas

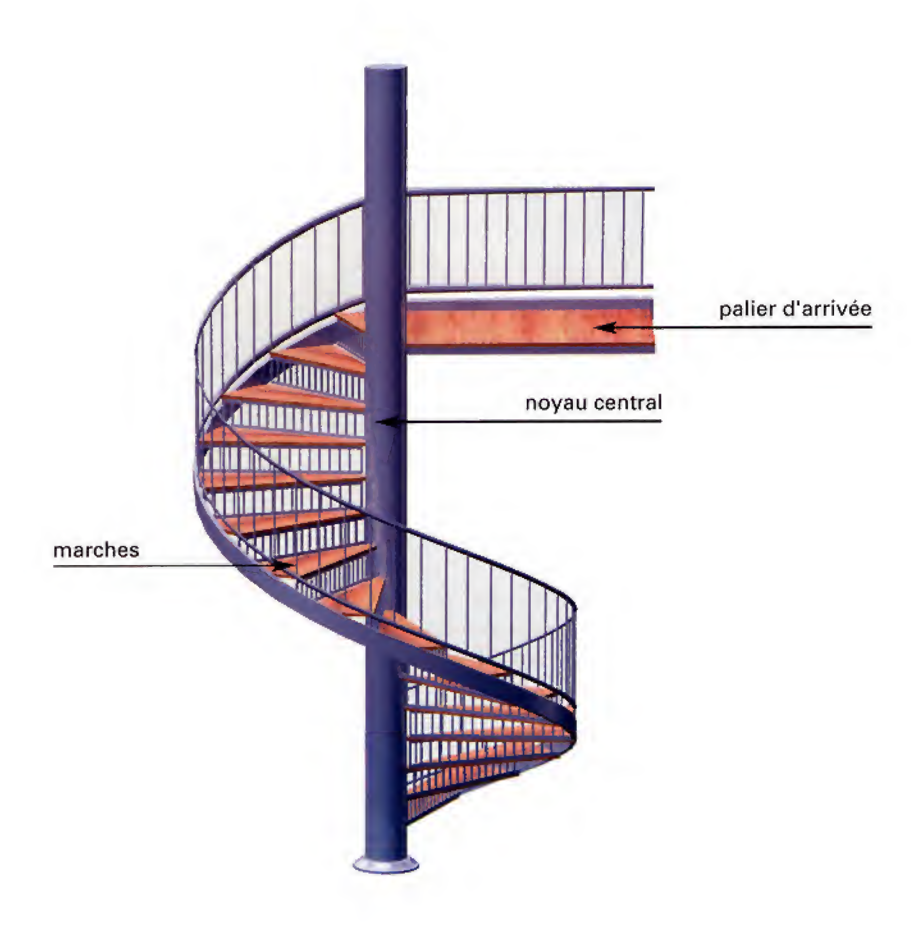
Escalier à quartier tournant haut

Escalier à quartier tournant médian

Escalier balancé à
double quartier tournant

Escalier hélicoïdal

Appelé également escalier en colimaçon ou en spirale, c'est un escalier tournant dont les marches rayonnent autour d'un pilier central, le plus souvent de forme cylindrique.



Les échelles

Dans certains cas, et notamment en raison de l'exiguïté de l'espace disponible, il peut se révéler impossible de concevoir un escalier répondant en tous points aux principes de confort et de sécurité préconisés.
On est alors conduit à opter pour des moyens d'accès particuliers, qui se révèlent moins sûrs qu'un escalier traditionnel, conçu en conformité avec les règles décrites dans les chapitres suivants.

Ces moyens s'apparentent plus à des échelles qu'à des escaliers. Néanmoins, l'usage les a consacrés comme se substituant à des escaliers et c'est à ce titre que nous avons choisi d'en parler ici.

On distingue trois types principaux :

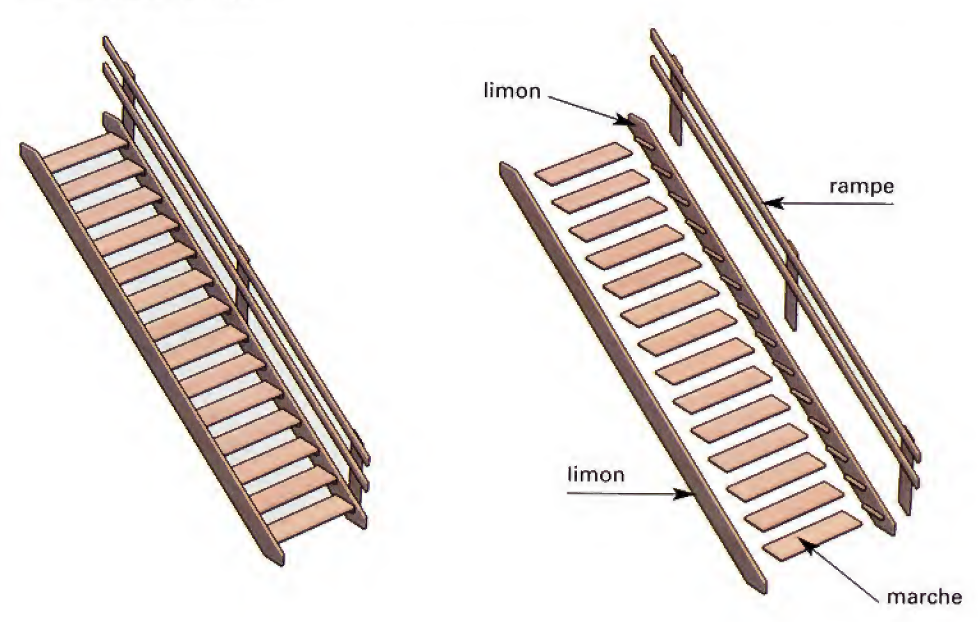
- l'échelle de meunier ;
- l'échelle à pas décalés ;
- l'échelle escamotable.

À noter que l'on donne parfois le nom d'escalier à ces éléments.

L'échelle de meunier

De conception très simple, il s'agit de marches liées à deux limons situés en extrémités d'emmarchement. Il est conseillé de prévoir un garde-corps pour éviter les chutes dans le vide, et surtout pour pouvoir se maintenir à la rampe en montée et en descente.

La pente d'un tel dispositif est de l'ordre de 45°, ce qui dépasse d'environ 30 % celle d'un escalier classique.

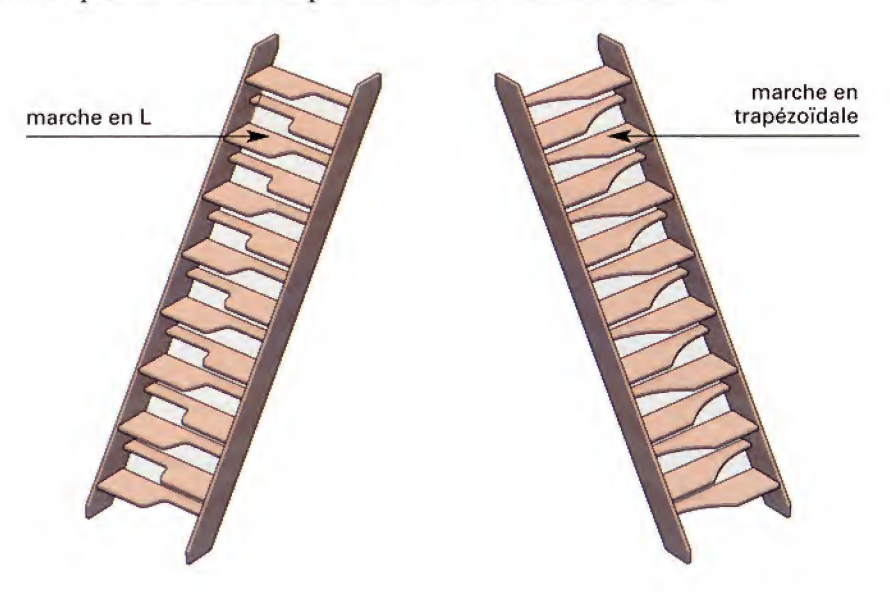


L'échelle à pas décalés

Elle est encore plus raide que l'échelle de meunier (environ 60°). Ceci est dû à la découpe particulière des marches qui élimine le recouvrement de manière alternée.

L'attention doit être apportée au pied d'attaque de cette échelle, puisqu'il ne peut être pratiqué que selon un seul cheminement.

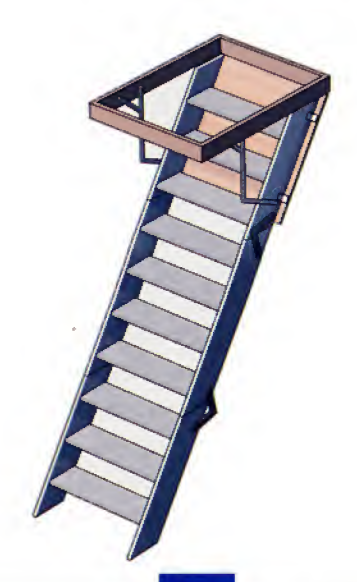
L'avantage de ce dispositif est de réduire le reculement de l'escalier au minimum. Il se révèle particulièrement adapté aux trémies à dimensions limitées.



L'échelle escamotable

Elle est constituée de trois ou quatre éléments qui se replient dans un caisson et se loge au plafond. Cette échelle est principalement utilisée pour accéder sous la toiture.

Elle est à peine plus confortable d'accès qu'une échelle à proprement parler et ne peut vraiment pas, contrairement aux deux précédentes, être comparée ou assimilée à un escalier.



Ce chapitre se réfère essentiellement à la norme XP P 21-211, mais il inclut également des règles consacrées par l'usage qui ne sont pas strictement calées sur les minima donnés dans ce texte.

Proportion entre giron et hauteur de marche

Il a été remarqué depuis longtemps que le confort d'utilisation d'un escalier était lié à une relation entre le giron et la hauteur de marches.

Selon Nicolas-François Blondel, architecte français du XVIIe siècle : « *La longueur des pas d'unepersonne qui marche de niveau est communément de deux pieds*[1] *et la hauteur du pas de celle qui monte à plomb n'est que d'un pied* ».

Si g est la distance horizontale entre deux nez de marche successifs, et h la hauteur de la marche, la relation linéaire suivante, dite « formule de Blondel », vérifie la constatation empirique suivante (donnée dans la norme XP P 21-211) :

$$0{,}58 \text{ m} \leqslant g + 2\,h \leqslant 0{,}64 \text{ m}.$$

Dans cette relation, le pied chaussé est supposé mesurer entre 28 et 32 cm de longueur (du 41 au 46).

La norme citée autorise des hauteurs de marches allant jusqu'à 21 cm. Aucune condition n'y est donnée quant à la dimension minimale du giron.

[1] 1 pied = 30,48 cm

Si on retranscrit de manière tabulée la double inéquation précédente en faisant varier la hauteur de marches de 16 à 21 cm par pas de 5 mm, on obtient le tableau suivant donnant les largeurs de giron en fonction des hauteurs de marches :

Largeur de giron en fonction de la hauteur de marche							
h (m)	g (m)						
0,160	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32
0,165	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31
0,170	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30
0,175	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
0,180	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28
0,185	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27
0,190	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26
0,195	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25
0,200	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24
0,205	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23
0,210	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22

Couples de valeurs (*h, g*) pour lesquels la double inéquation est respectée et le giron n'excède pas 23 cm.

Bien que la norme ne limite pas la largeur du giron, il est recommandé de ne pas avoir une valeur trop faible. L'expérience montre qu'en deçà d'une largeur de 23 cm, l'escalier est inconfortable, notamment en descente.

☞ Observation

Il peut arriver, par manque de place ou en raison de limitations des dimensions de la trémie, qu'il ne soit pas possible de respecter les valeurs recommandées ci-dessus. Il est alors loisible d'adopter les autres couples donnés dans le tableau.



Attention !

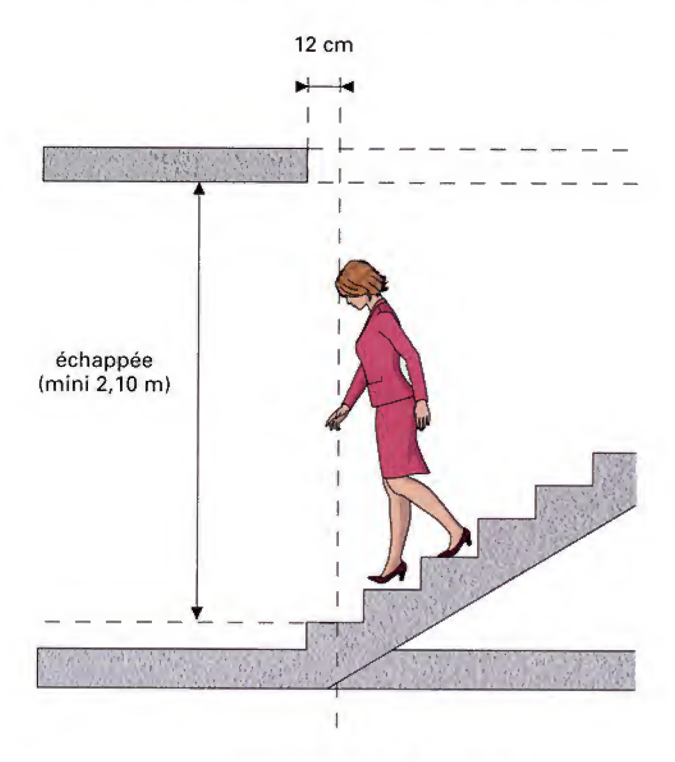
Il est impératif pour la sécurité que toutes les marches aient strictement la même hauteur, en raison de la prise de cadence du pas lors de la montée et surtout de la descente. Toutefois, il reste possible d'avoir une marche un peu plus basse au départ (le bas) d'une volée. On considère, et l'expérience le prouve, qu'en montée, la cadence est prise après l'assurance de la deuxième marche, et qu'en descente, l'approche du bas de l'escalier ralentit la cadence et met en éveil la personne. Mais cette disposition est peu recommandée, il est de loin préférable d'opter pour des marches strictement identiques en hauteur.

Détermination de l'échappée

La norme XP P 21-211 indique, à l'article 5.1.4 : « *L'échappée, mesurée sur la ligne de foulée, est d'au moins 1,90 m, néanmoins la valeur de 2,10 est recommandée.* »

Cette norme n'indique pas si l'échappée se mesure à la verticale ou bien par un rayon dont le centre se trouverait sur le nez de marche le plus proche du bord de la trémie.

En effet, lors de la descente, le corps est légèrement penché en avant et l'échappée risque de se révéler un peu juste lorsqu'elle est mesurée à la verticale.



Détermination de l'échappée

☞ Observation

L'auteur recommande le mode de calcul suivant : on mesure l'échappée à la verticale, mais à une distance de 12 cm du bord de trémie vers le sens ascendant de l'escalier.
De plus, il est fortement conseillé de ne pas descendre au-dessous d'une valeur de 2,10 m, l'expérience ayant montré qu'une valeur plus faible était dangereuse (bien que la norme accepte jusqu'à 1,90 m)

– Étage à monter de plancher à plancher : 2,90 m

– Hauteur sous plafond : 2,60 m (épaisseur du plancher revêtu : 30 cm)

Calcul du nombre de marches : n_m = 290/18 = 16,11.

On retient donc n = 17 marches dont la hauteur sera : h = 290/17 = 17,06 cm.

☞ **Observation**

Il serait plus exact de dire qu'il y a 17 contremarches, car la dernière marche sera au même niveau que le palier d'arrivée, ce n'est donc pas à proprement parler une marche comme les autres puisqu'elle est en continuité de ce palier.

La formule de Blondel nous impose 0,58 m ≤ g + 2 h ≤ 0,64 m, soit

$$23{,}88 \text{ cm} \leq g \leq 29{,}88 \text{ cm}$$



Attention !

Les calculs précédents ont été présentés pour l'exemple de calcul des dimensions des marches, sans tenir compte du reculement disponible.

Il faut noter que cette condition de reculement est essentielle, car c'est elle qui permet d'obtenir une échappée suffisante. Cette condition doit être examinée en fonction des dimensions de la trémie et de celles des marches.

L'exemple qui suit montre le maniement de cette notion.

Reprenons l'exemple précédent et calculons la longueur minimale de la trémie si on retient une valeur de 26 cm pour la largeur de marche.

On aura une longueur développée totale de l'escalier de 26 x 16 = 416 cm.

Si on retient une échappée de 2,20 m, la hauteur à parcourir pour échapper sera de : 2,60 m - 2,20 m= 0,40 m, ce qui fait moins de trois hauteurs de marches.

En considérant deux hauteurs de marches (la partie entière de la division précédente), on devra prévoir donc une trémie égale à la longueur développée de l'escalier moins une largeur de marche, soit

$$416 - 26 = 390 \text{ cm}$$

Les calculs qui précèdent, illustrés ci-dessous, montrent les précautions à observer pour respecter les multiples conditions de praticabilité des escaliers.

>12 cm
distance entre
le bord de la trémie et
le nez de la troisième marche

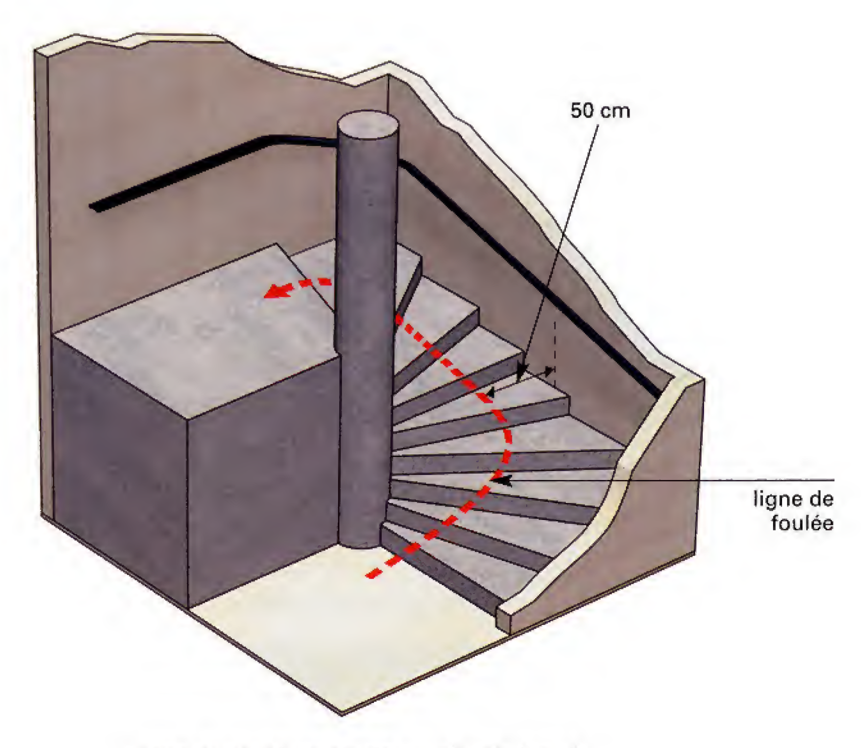
2,26 m
(> 2,10 m)

2,60 m

Illustration de l'exemple donné pour le calcul de l'échappée

Cas des escaliers balancés ou hélicoïdaux

Dans le cas des escaliers balancés ou hélicoïdaux, la même formule Blondel, vue auparavant, s'applique avec une condition supplémentaire : la ligne de foulée est prise à une distance de 50 cm des murs extérieurs, et c'est le long de la ligne de foulée que les relations précédentes donnant les dimensions des marches s'appliquent.



Ligne de foulée pour un escalier balancé

Spécifiquement pour les marches balancées, il convient que la largeur du côté extérieur (le plus large) des marches n'excède pas 42 cm.

En effet, des marches trop larges conduisent à des cadences qui ne correspondent pas au pas naturel et peuvent faire trébucher.



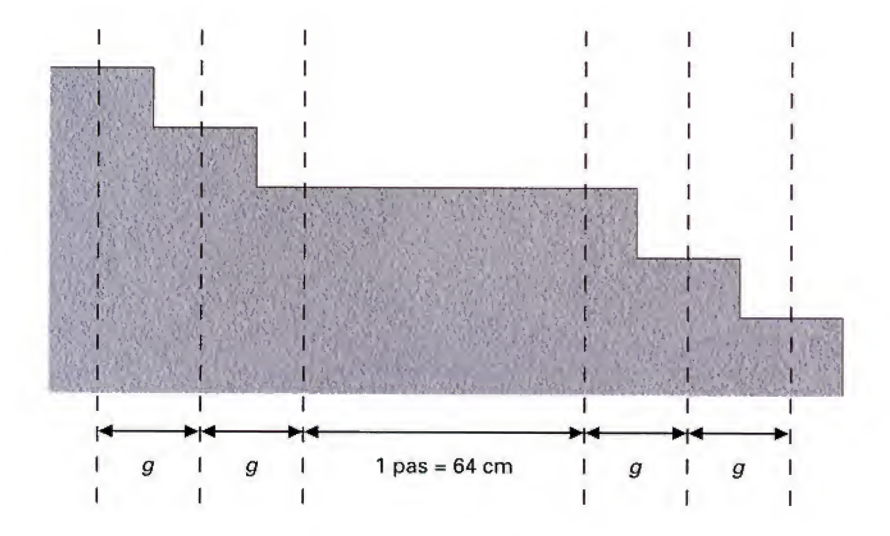
Attention !

Une chose importante à respecter : la largeur du giron doit rester constante sur la ligne de foulée.

Palier séparant deux volées

Dans le cas d'un palier séparant deux volées, le confort de marche doit être assuré en considérant que le pas sur l'horizontale est d'environ 2g, soit approximativement 62 à 64 cm.

La dimension du palier intermédiaire doit donc tenir compte de cet aspect, sinon l'escalier est inconfortable, voire périlleux, puisque la cadence de marche est brisée.



Palier entre deux volées

Conditions d'éclairage

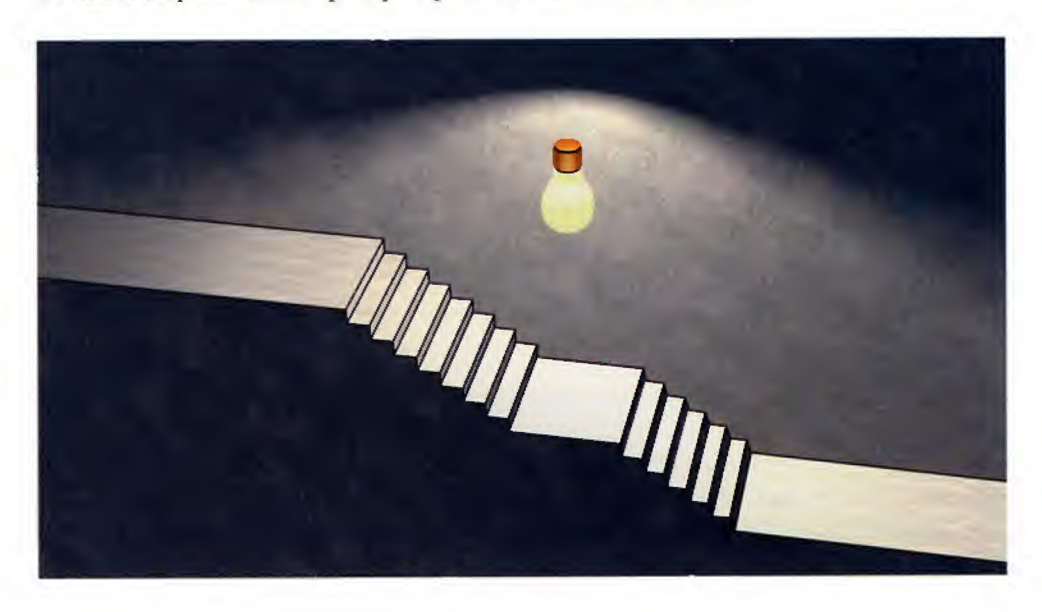
Il est toujours conseillé de préférer l'éclairage naturel à toute autre forme d'éclairage pour un escalier.

En particulier, les nez de marches doivent être éclairés régulièrement, en évitant les contre-jours, et avec une intensité voisine de celle des accès.

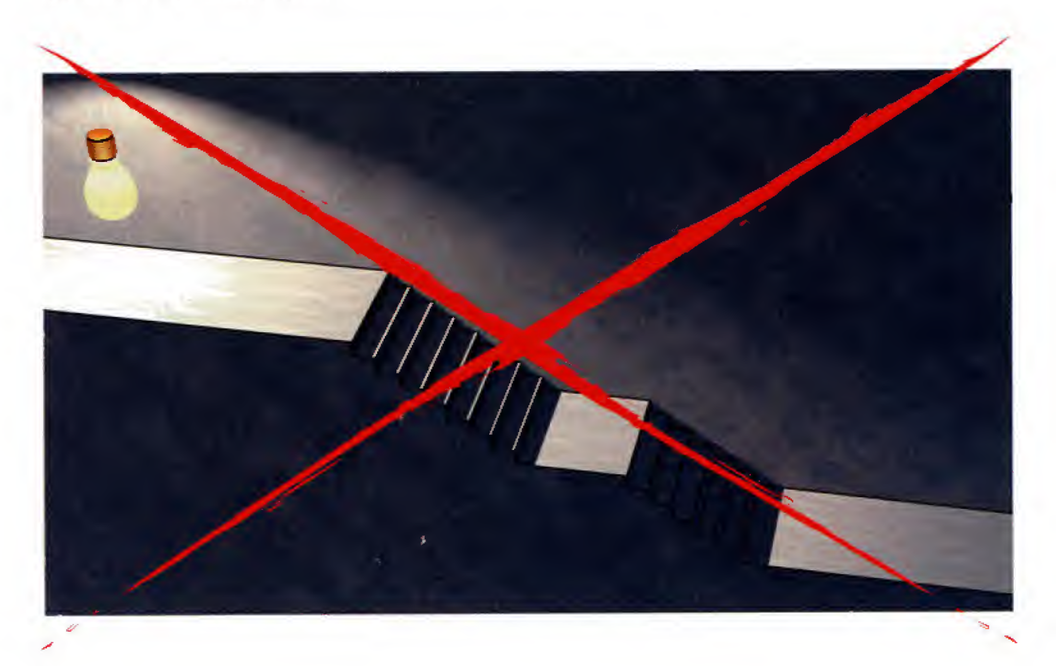
En règle générale, et lorsque cela est possible, la mise en place de fenêtres sur le mur d'échiffre se révèle une bonne solution à condition qu'il n'y ait pas de zones d'ombre prononcées en palier d'arrivée.

Pour les cages d'escalier munies d'un vide central suffisant (largeur supérieure à 1 mètre), l'éclairage zénithal (par le haut) est la solution la plus efficace.

Lorsque l'on n'a pas de possibilités d'assurer un bon éclairage naturel, il est conseillé d'éclairer au plafond, et le plus près possible des volées d'escalier.



Dans tous les cas, il faut éviter les éclairages de fonds de paliers, qui créent des effets d'ombre et de contre-jour.



Différenciation des nez de marches

L'expérience montre que des nez de marches bien différenciés permettent une descente plus fluide et plus assurée de l'escalier.

On peut constater qu'un groupe de personnes est très fortement ralenti en descendant un escalier, car la proximité des autres personnes empêche de distinguer les marches et le pas doit s'assurer d'abord avant de passer à la marche inférieure.

Le même phénomène se rencontre en cas d'obstacle visuel en descente, dû à un objet que l'on transporterait.



Attention !
Afin de se prémunir contre tout risque de faux-pas, notamment lors de la descente de l'escalier, il est fortement recommandé de bien marquer les nez de marches par tout moyen visuel permettant la localisation de la cadence.

Règles relatives à la volée

Pour des raisons de pénibilité, une volée ne doit pas comporter plus de 22 marches sans palier de repos.

De même, pour des raisons de sécurité, une volée doit comporter au moins trois marches, l'expérience montrant que la perception d'une marche isolée ou d'un groupe de deux marches était le plus souvent mauvaise et conduisait souvent à des accidents. On dit bien *« Attention à la marche ! »*, jamais *« Attention à l'escalier ! »*.

☞ Observation
Néanmoins, cette règle peut être transgressée dans le cas d'un perron, à condition de prévoir une différenciation visuelle bien marquée, car ainsi l'entrée est marquée et le risque est moindre.

Passage du brancard

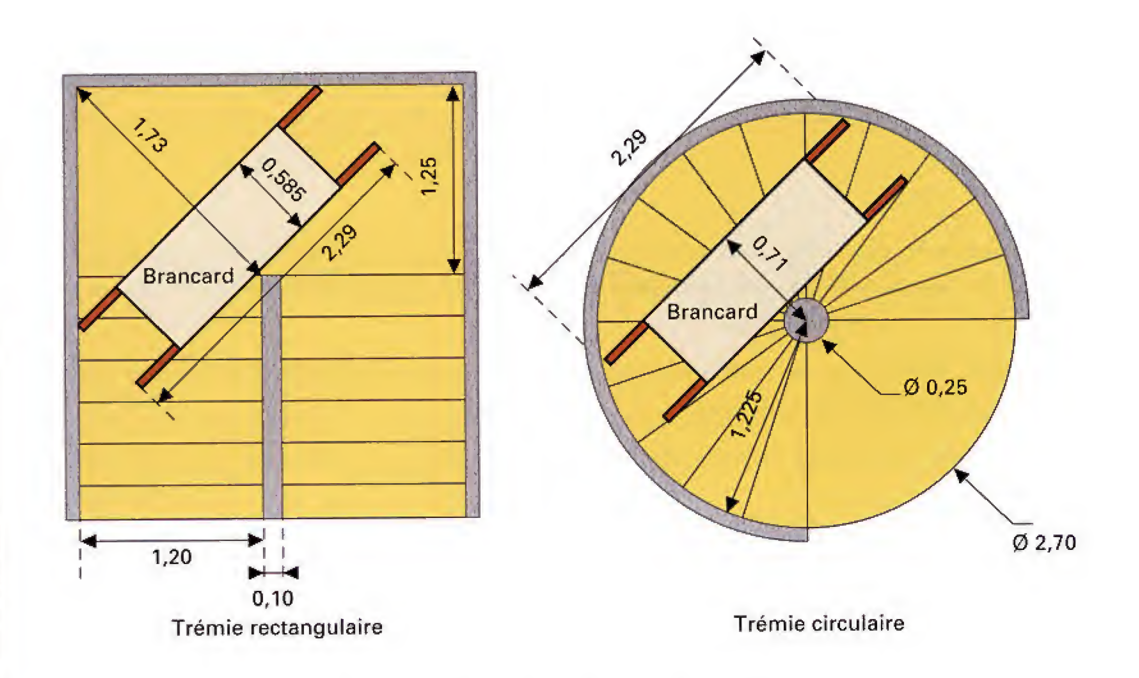
Selon l'article R111-5 du Code de la construction, les escaliers d'accès prévus dans les locaux d'habitation doivent permettre le passage d'un brancard.

Ce brancard se présente comme un rectangle de 2,29 m de longueur (poignées comprises) sur 0,585 m de largeur.

La conception de l'escalier doit tenir compte de cette condition au moment de la détermination des largeurs de trémies.

L'examen des conditions géométriques de tracé conduit aux dimensions données par la figure ci-après.

Cette condition n'est généralement pas respectée dans les maisons individuelles où les dimensions des escaliers sont plus faibles.



Passage du brancard dans un escalier

Revêtement des marches

Le revêtement des marches joue un rôle important dans le niveau de sécurité que présente un escalier.

En effet, les considérations de glissance sont pour un escalier beaucoup plus importantes qu'elles ne le sont pour un plancher horizontal.

De plus, le revêtement protège les marches et retarde leur usure et leur polissage sous les pas, cette usure rendant l'escalier moins sûr et augmentant le risque de trébuchement.

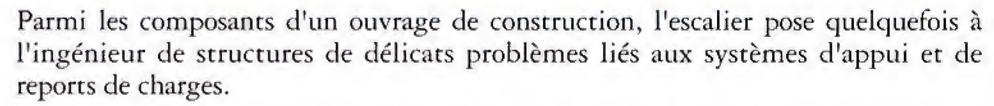
Attention !

Lorsque le revêtement est en bois (ce qui est fréquent pour des escaliers résidentiels), il doit être disposé de manière à ce que le fil du bois soit perpendiculaire à la ligne de foulée.

Lorsque l'escalier est métallique, le revêtement doit comporter des aspérités et des reliefs (tôle larmée, par exemple).

En intérieur, des revêtements textiles (moquettes ou tapis) sont utilisables à condition que la pose assure leur maintien sans ripage possible, ripage pouvant créer des plis dangereux dans le revêtement.

Il existe aujourd'hui des revêtements plastiques usinés pour cet usage et qui assurent des surfaces antidérapantes efficaces.



Stabilité d'un escalier

Parmi les composants d'un ouvrage de construction, l'escalier pose quelquefois à l'ingénieur de structures de délicats problèmes liés aux systèmes d'appui et de reports de charges.

En effet, en dehors des escaliers droits pour lesquels les schémas constructifs conduisent à des sollicitations simples de type flexion, tout balancement ou vrillage de marches conduit au développement de sollicitations de torsion dont il faut analyser les cisaillements induits.

De plus, les marches peuvent être dissociées de l'ossature globale de l'escalier ou en faire partie intégrante.

> ☞ **Observation**
>
> *En raison de ces aspects particuliers, il est nécessaire de distinguer le système d'appui des marches de celui de l'escalier vu globalement.*

Systèmes d'appui des marches

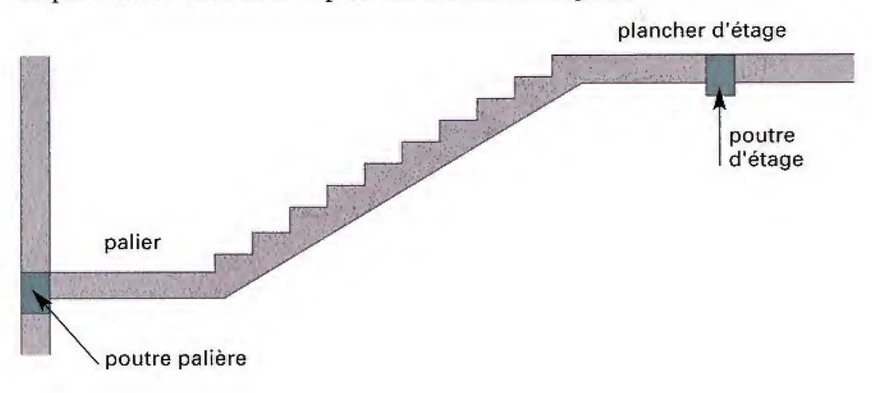
■ Marches sur paillasse

C'est le cas le plus simple où les marches font partie intégrante d'une dalle inclinée (la paillasse) formant volée et portant elle-même sur des poutres palières ou des murs d'échiffre.

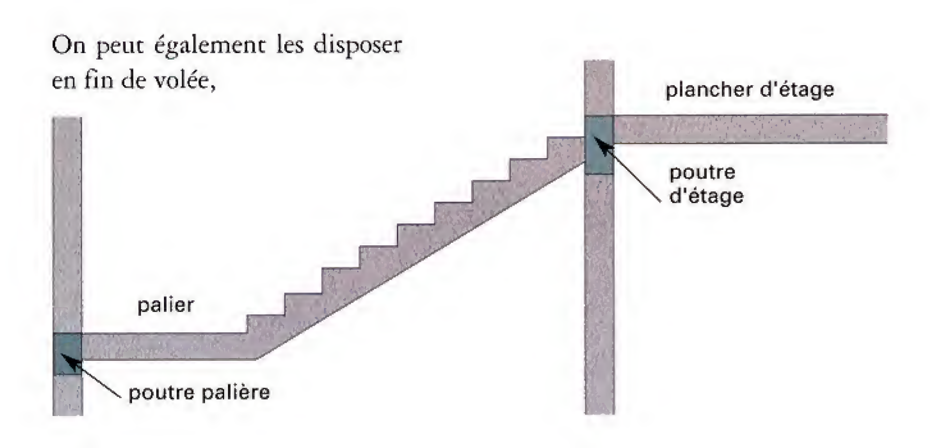
Il n'y a pas, à proprement parler, de marche individuelle, le système porteur recevant les charges directement sur cette dalle.

Il est relativement simple de décider de l'emplacement des poutres supports de paillasse, la règle étant de s'accommoder de la manière dont la poutraison de plancher a été conçue.

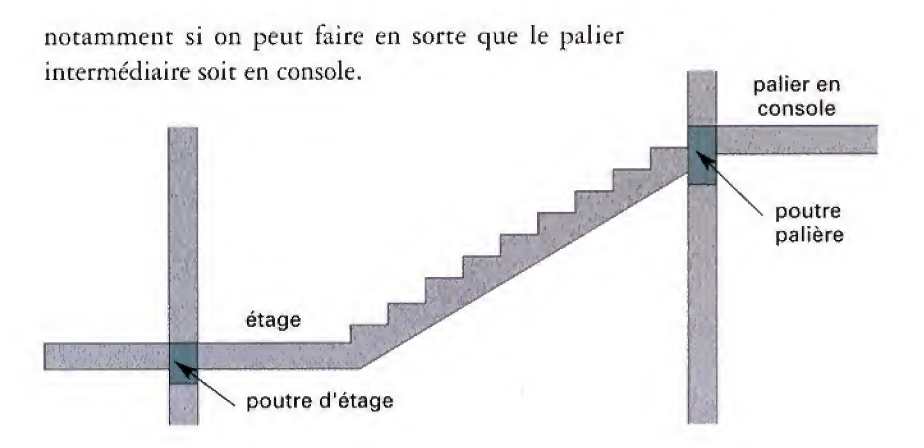
Le plus naturel est de les disposer en extrémités de palier.



On peut également les disposer en fin de volée,



notamment si on peut faire en sorte que le palier intermédiaire soit en console.

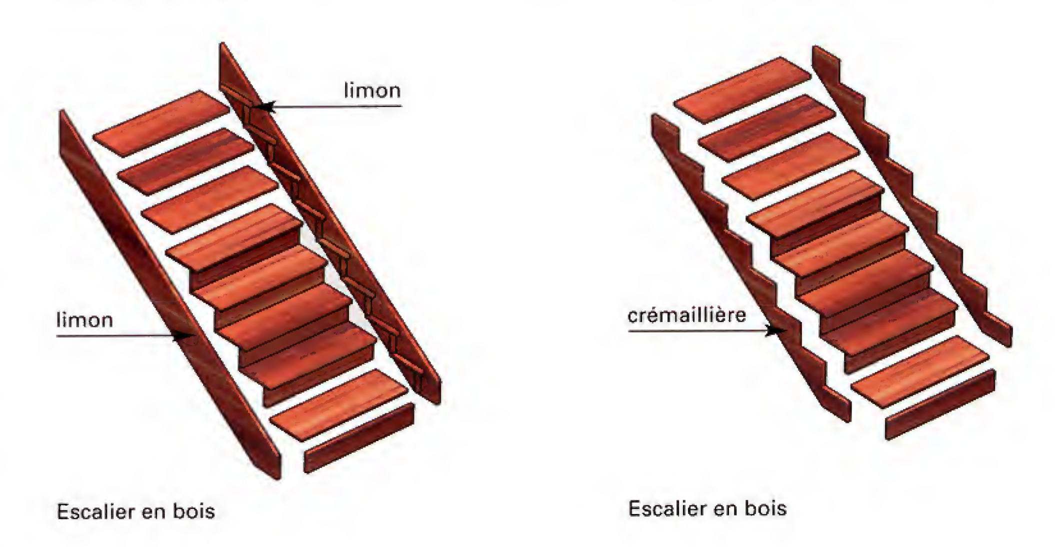


Ce principe de construction se rencontre surtout dans les escaliers en béton, où la paillasse est en fait une dalle inclinée.

Marches sur limons ou crémaillères de bord

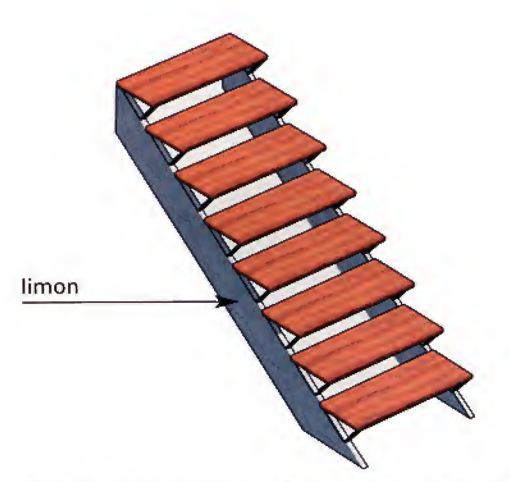
Dans ce cas, les marches supportent les charges apportées par l'utilisation des escaliers (poids des personnes, notamment), et les reportent sur les limons ou crémaillères. C'est le cas le plus fréquemment rencontré pour les escaliers en bois ou en métal.

Par analogie aux planchers, les schémas statiques correspondants font que les marches se comportent comme des solives et les limons ou crémaillère comme des poutres porteuses principales.



Escalier en bois

Escalier en bois



Escalier avec marches en bois sur limon métallique

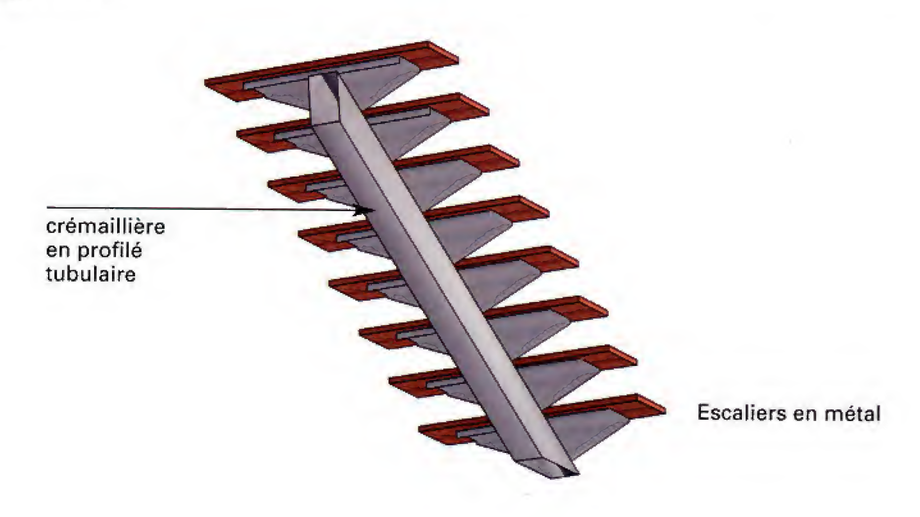
Appuis de marches sur limons ou crémaillères de bord

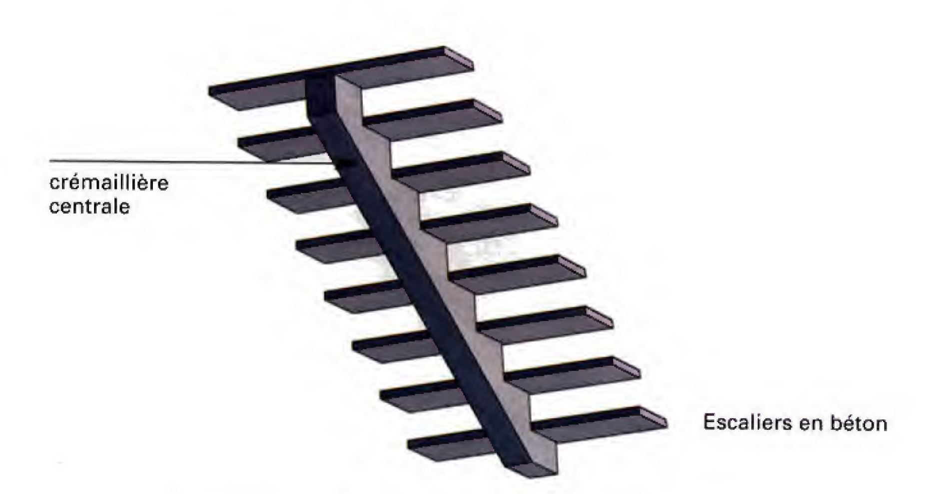
Marches sur limon ou crémaillère central(e)

Ce cas se rencontre le plus fréquemment pour des escaliers en métal ou en béton.

Pour ce type de configuration, il faut garder à l'esprit que les marches créent des torsions sur le support central, torsions dont il faut nécessairement tenir compte dans l'analyse structurale.

Pour ce qui concerne la marche elle-même, elle fonctionne en double-console et les systèmes de fixation à la crémaillère ou au limon doivent tenir compte de ce type de sollicitations.





Appuis de marches sur limons ou crémaillère centrale

Marches en console

Pour ce qui concerne les escaliers classiques en béton ou en maçonnerie, ce cas se rencontre actuellement assez rarement (bien qu'existant depuis l'Antiquité), car il est nécessaire de disposer de murs d'échiffre épais, capables d'équilibrer les flexions induites localement par les marches.



Marches en console sur mur

La mise en œuvre de ce type d'escalier nécessite des empochements dans le mur d'encastrement, puis la réalisation d'une assise de blocage en mortier de scellement.

La profondeur de pénétration de la marche doit être suffisante pour assurer le blocage (en pratique pour un emmarchement de 1 mètre, une longueur de scellement de 20 cm se révèle suffisante).

Actuellement, on rencontre les marches en console surtout dans les escaliers hélicoïdaux en béton ou en métal.

Escaliers en métal



Marches en console pour escalier hélicoïdal

Systèmes d'appui des volées

Comme cela a été vu précédemment, les volées s'appuient le plus fréquemment sur des poutres, celles-ci pouvant être spécifiques à l'escalier ou faire partie de la poutraison du plancher, selon le niveau considéré.

D'un point de vue structural, les volées sont elles-mêmes constituées :

- soit d'une paillasse,
- soit de limons,
- soit de crémaillères.

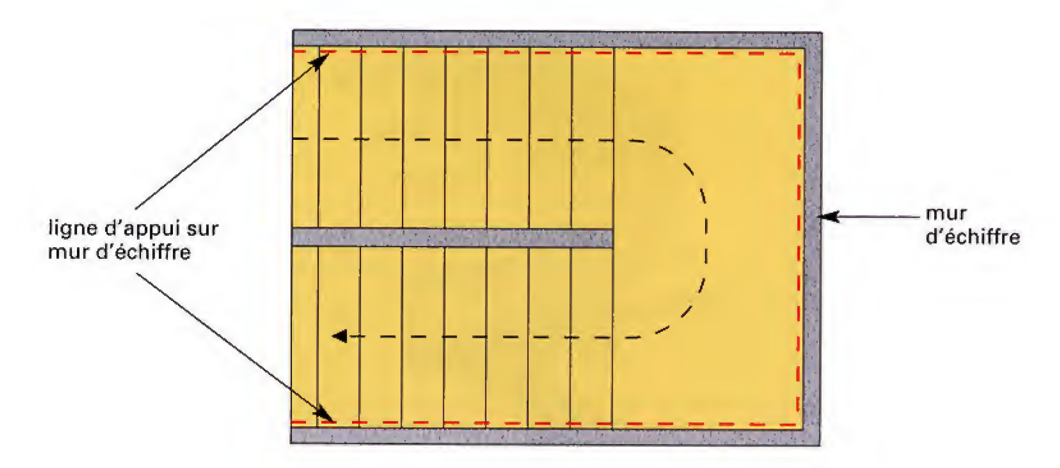
Ce qu'il convient de retenir, c'est que les volées assurent le maintien structural dans le sens longitudinal de l'escalier (sens de la marche), alors que les marches assurent le maintien structural dans le sens transversal.

Une exception, toutefois, à ce principe général de fonctionnement se rencontre dans le cas de la paillasse, où les marches n'ont pas à proprement parler de rôle structural, leur seule fonction étant de présenter une succession de plans horizontaux permettant la praticabilité de l'escalier.

Cas d'appui sur murs d'échiffre

Dans le cas où il est possible de disposer de murs d'échiffre, le principe d'appui des volées se simplifie puisque l'on dispose d'appuis continus disponibles tout au long de la volée.

Le plus naturel est de lier latéralement la volée aux murs et cela confère une rigidité largement suffisante.



Appuis de volées et paliers sur murs d'échiffre

Analyse de la stabilité

Cette analyse est précédée obligatoirement du choix préalable du système constructif d'appuis à retenir qui, lui-même, ne peut être opéré qu'une fois les dimensions de l'escalier connues.

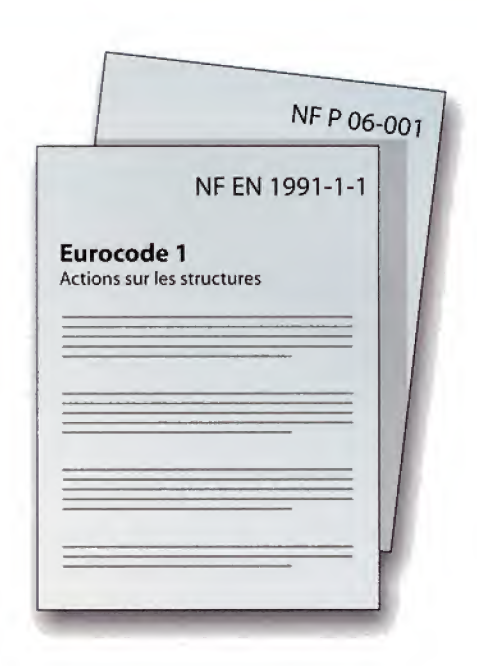
Rappelons que ces dimensions doivent respecter les conditions de confort et de sécurité décrites précédemment, y compris le passage du brancard.

Compte tenu de la diversité des formes que l'on peut avoir, il sortirait du cadre du présent guide de passer en revue tous les systèmes susceptibles de se présenter.

Néanmoins, il est possible de proposer la démarche générale suivante en quatre points, valable quel que soit le type d'escalier :

- concevoir les formes de l'escalier et ses dimensions, connaissant la trémie réservée et la hauteur d'étage ;
- vérifier que toutes les dimensions respectent les conditions de praticabilité (formule de Blondel et dimensions des paliers éventuels) ainsi que le passage du brancard ;
- arrêter le système structural d'appuis, en tenant compte de la poutraison éventuelle des planchers, et des échappées ;
- dimensionner les éléments porteurs (marches, limons, crémaillères, paillasses, etc.).

Charges appliquées à un escalier



La norme applicable en France depuis des années est la norme NF P 06-001 donnant les charges d'exploitation des bâtiments (les surcharges, disait-on, il y a encore une dizaine d'années).

Néanmoins, il est actuellement loisible d'utiliser en France le texte de l'Eurocode 1, partie 1-1 (actions générales - poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments) publié en mars 2003 par l'AFNOR sous la référence P 06-111-1.

La norme NF P 06-001 fixe la charge d'exploitation à prendre en compte.
Pour les bâtiments d'habitation, la charge à considérer sur les escaliers est de 2,5 kN/m², à l'exclusion des marches isolées et des halls d'entrée pour lesquels la norme ne se prononce pas. La valeur de la charge répartie donnée vaut pour le dimensionnement du système structural dans le sens longitudinal (paillasse, limon, crémaillère). On constate que le système transversal n'est pas visé.

L'Eurocode 1, partie 1-1, et notamment l'Annexe nationale française de ce texte, propose une approche un peu plus complète de la charge d'exploitation puisqu'il indique deux types de charges : une charge répartie et une charge ponctuelle :

- charge répartie sur les escaliers : 2,5 kN/m² ;
- charge ponctuelle : 2 kN.

Il est précisé dans l'Eurocode que ces deux types de charges ne sont pas cumulables et que le dimensionnement doit les considérer successivement et retenir le cas le plus sévère.

Pour ce qui concerne la marche isolée, l'Eurocode 1 indique simplement que :
« Les charges d'exploitation susceptibles de variations brutales d'intensité peuvent donner lieu à des effets dynamiques importants dont la valeur ne peut être évaluée que par une analyse spécifique. Cette analyse peut être réalisée sur la base de modèles de calcul adaptés, simulant les caractéristiques dynamiques de la structure (masses et raideurs). Elle peut également être effectuée par interprétation d'expérimentations directes.

Les types de charges donnant lieu à ces effets sont notamment :

- *les charges de personnes sur les escaliers à marches légères indépendantes ou semi-indépendantes. ;*
- *... »*

On constate que l'Eurocode 1 ne se prononce pas plus que la norme NF P 06-001 sur le cas de la marche isolée dite « légère », c'est-à-dire en bois ou en acier. Il renvoie à des calculs dynamiques complexes sortant du cadre du présent guide.

Notons que la marche isolée s'entend lorsqu'il n'y a pas de contremarche ni d'autre dispositif permettant le report des charges entre marches.

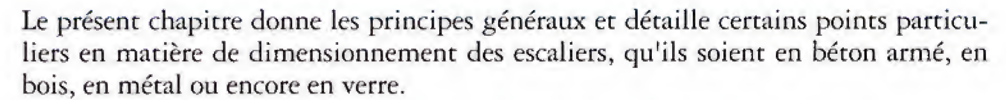
En effet, en présence de contremarches ou de dispositif de report, une étude dynamique se révèle superflue et un simple calcul statique suffit à sécuriser structuralement les composants (ceci vient de ce que les fréquences propres des systèmes à report de charges sont élevées et ne se situent pas dans les gammes pouvant être excités par la marche ou la course).

☞ Observation

Faute de prescription normative, l'auteur conseille, pour le dimensionnement des marches individuelles portant entre deux appuis (limons, murs ou crémaillères), dans les locaux d'habitation, de retenir une charge ponctuelle disposée au centre de la marche, d'une valeur de 6 kN, ce qui correspond à un coefficient de majoration dynamique supérieur à 3, sur le poids de deux personnes. A noter qu'une telle valeur du coefficient dynamique est conservative pour une marche simplement appuyée.

Dans les autres cas de marches isolées, il est recommandé de faire procéder au dimensionnement par un ingénieur-conseil ou un bureau d'études.

Dimensionnements et dispositions



Le présent chapitre donne les principes généraux et détaille certains points particuliers en matière de dimensionnement des escaliers, qu'ils soient en béton armé, en bois, en métal ou encore en verre.

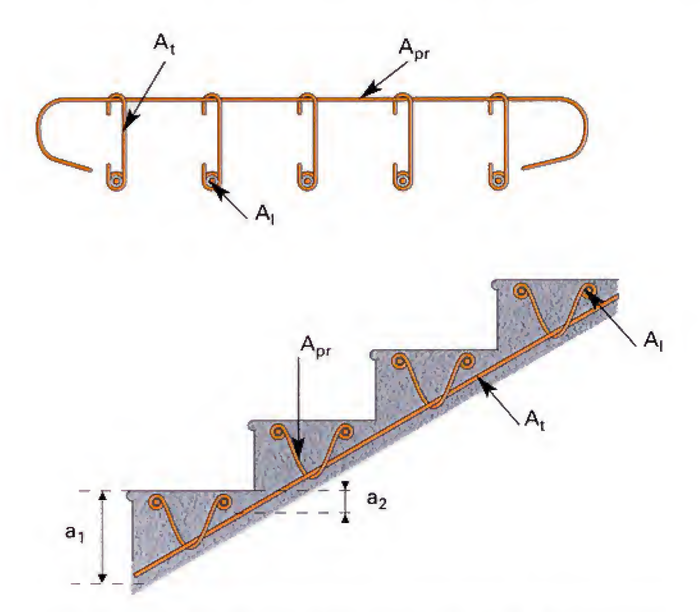
De plus, il fournit des indications sur les dispositions constructives spécifiques à chaque type de conception présentée.

Escalier en béton armé

La méthode de calcul à utiliser dépend de la disposition envisagée pour les marches.

Paillasse en console

Ce cas, nous l'avons dit, se rencontre pour les escaliers hélicoïdaux ou, plus rarement, dans le cas de murs d'échiffre capables d'équilibrer les efforts de console.



Armatures dans une paillasse en console, en béton armé.

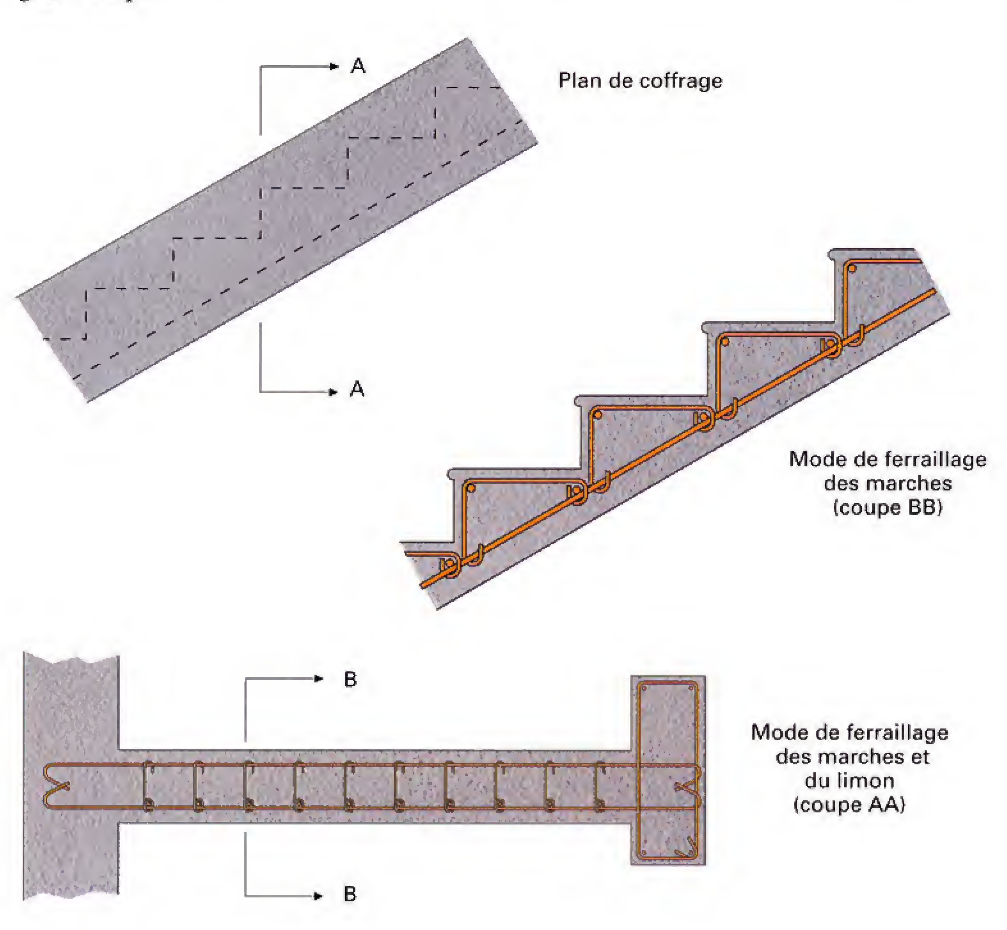
On considère, pour le calcul, une section rectangulaire de largeur correspondant à une profondeur de marche, et de hauteur $\frac{a_1 + a_2}{2}$

S'agissant d'une paillasse, il n'y a pas de marche isolée et, donc, pour le calcul, on retient, en plus du poids propre, une charge uniformément répartie dépendant de la destination de l'escalier (s'il s'agit d'habitation, la charge d'exploitation à considérer est 2,5 kN/m²).

Les armatures principales A_{pr} seront placées en partie supérieure de la marche. De plus, on dispose, en partie inférieure et dans le sens longitudinal, des armatures A_l servant de répartition et destinées à renforcer les angles rentrants. Ces deux systèmes d'armatures sont reliés par des étriers A_t.

Escalier à limon

On prévoit souvent des limons à débord supérieur permettant d'y fixer le garde-corps.



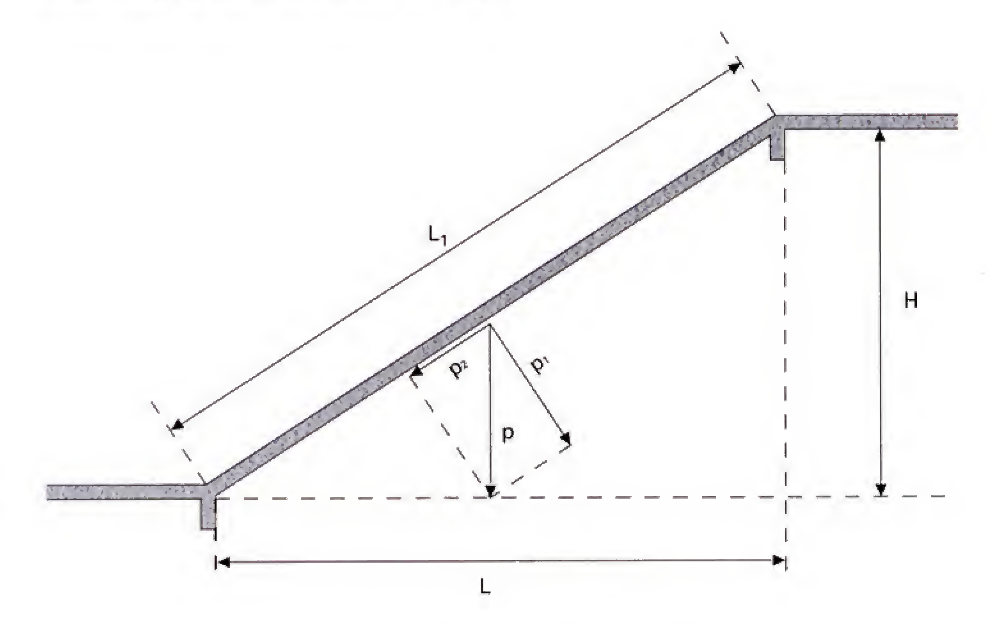
Armatures dans un escalier à limon, en béton armé

Comme il est classiquement admis en béton armé, le limon est considéré comme semi-encastré à ses deux extrémités.

Appelons p la charge uniformément répartie par mètre-linéaire de limon (charge ramenée par les marches) et α l'angle du limon avec l'horizontale.

Cette charge se décompose en :

- une charge perpendiculaire au limon $p_1 = p \cos \alpha$
- et une charge parallèle au limon $p_2 = p \sin \alpha$.



Décomposition des charges dans un escalier

Le moment fléchissant en travée sera donc, en considérant le semi-encastrement admis plus haut, et en appelant P la charge totale $p \times L_1$:

$$M = \frac{P_1 L_1^2}{10} = p\cos\alpha \frac{L_1^2}{10} = \frac{PL_1}{10}\cos\alpha = \frac{PL}{10}$$

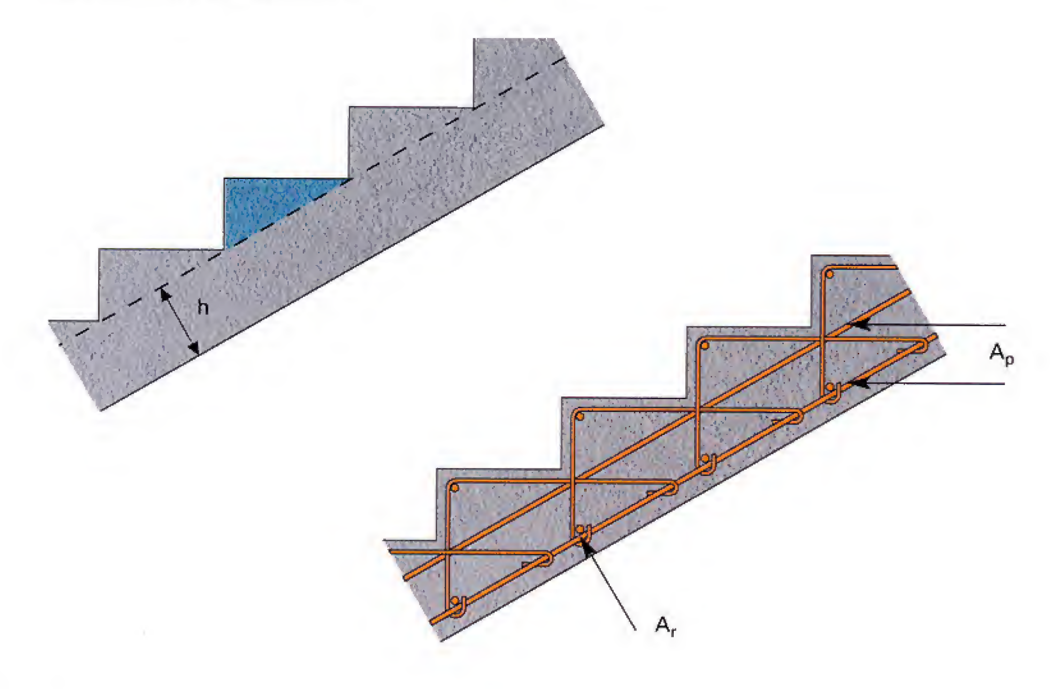
On constate que cela équivaut à une poutre horizontale de portée L, soumise à une charge verticale P.

Pour ce qui concerne la charge p_2, elle induit un effort de compression sur la moitié inférieure du limon et un effort de traction sur la moitié supérieure, ces efforts étant égaux à :

$$\frac{pL_1 \sin\alpha}{2} = p\frac{H}{2}$$

Escalier sans limon (paillasse portée)

Dans ce cas, la paillasse porte de palier à palier et l'élément résistant consiste en une dalle inclinée d'épaisseur h.



Armatures dans un escalier sans limon, en béton armé

Les marches au-dessus de la dalle sont considérées comme une simple charge et n'interviennent pas dans les calculs de résistance.

Les armatures principales A_p et les armatures de répartition A_r sont illustrées au précédent paragraphe « Paillasse en console ».
Elles sont complétées par des armatures de faible diamètre (6 ou 8 mm) armant les nez de marche.

La dalle inclinée est à calculer comme les limons vus précédemment, c'est-à-dire que, en appelant p la charge par m² (poids propre compris) le moment en travée par mètre de largeur vaudra :

$$M = p\cos\alpha \frac{L_1^2}{10}$$

L_1 étant la portée développée de la dalle.

Escalier en bois

Les escaliers en bois, dans leur immense majorité, sont constitués de marches portant sur des limons.

Lorsque ces escaliers sont droits, les principes d'analyse quant à l'évaluation des charges et des efforts restent les mêmes que pour l'escalier en béton, tel qu'il a été vu dans ce qui précède.
Ceci est notamment valable pour ce qui concerne l'application des actions compte tenu de l'inclinaison de la volée. Néanmoins, le dimensionnement est plus simple pour un escalier en bois car ce dernier ne présente pas, pour des raisons inhérentes au matériau constitutif, le monolithisme rencontré dans les structures en béton.
En fin de compte, cela ne nécessite pas, de la part du projeteur, de formuler des hypothèses relatives aux liaisons entre éléments (la notion d'encastrement, dans un escalier en bois, n'est en général pas à considérer, les assemblages utilisés n'étant pas aptes à empêcher les rotations d'abouts).

Pour les escaliers droits à limons, le dimensionnement consiste en :

- la justification en flexion des marches tenant compte du fait qu'elles sont simplement appuyées à leurs extrémités. Cette justification, dans le cas où les marches sont isolées, sans dispositif de report de charges d'une marche à l'autre (contremarche porteuse), doit considérer la charge ponctuelle de 6 kN citée précédemment, afin de s'affranchir de la vérification en dynamique préconisée par les codes de calcul en vigueur ;
- la justification des liaisons de marches aux limons, calculées pour les réactions d'appuis des marches sous l'effet de la charge ponctuelle dimensionnant la marche ;
- la justification en flexion composée des limons, sous l'effet des charges amenées par les marches, ces charges étant, pour cette vérification, les charges réparties prévues par les codes en fonction de la destination de l'escalier.

☞ Observation

Pour les cas des escaliers balancés ou à géométrie complexe, l'analyse des sollicitations composées auxquelles les schémas statiques correspondants conduisent est complexe et sortirait du cadre du présent guide.
Une telle analyse peut être effectuée par un ingénieur-conseil spécialisé en structures, mais notons que les fabricants d'escaliers en bois (ateliers de menuiserie, la plupart du temps) disposent de valeurs de dimensionnement types, vérifiées par un retour d'expérience de plusieurs années

Un dernier point concernant les escaliers en bois (et en général tous les composants constitués de ce matériau) est le choix des essences utilisées.

Compte tenu des performances exigées d'un escalier, il est judicieux de se faire conseiller par un professionnel de la structure bois afin d'être assuré de la durabilité et de la robustesse de l'escalier.

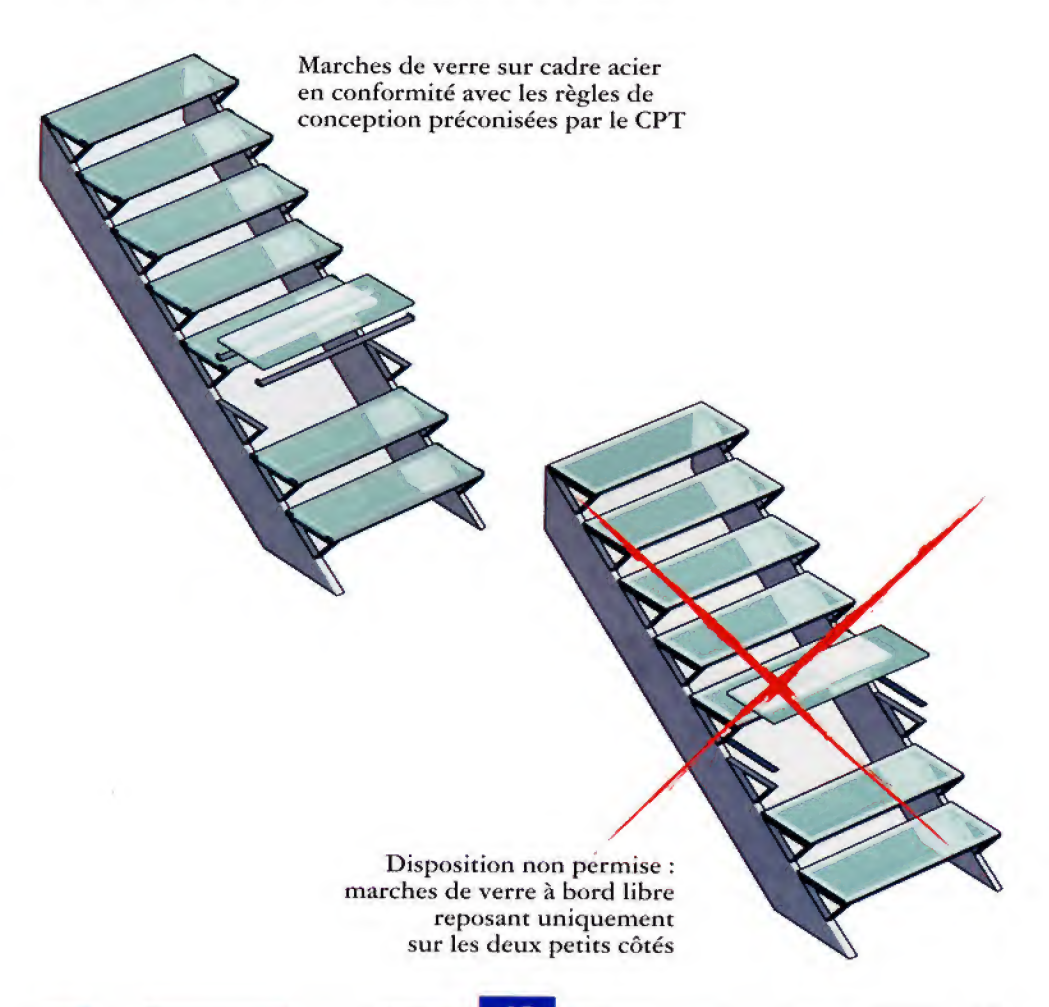
Escalier à marches de verre

Certaines conceptions modernes ont adopté - et cela se rencontre de plus en plus fréquemment - des escaliers comportant des marches en verre.

Ce type de conception est aujourd'hui visé par des Avis Techniques basés, pour l'évaluation des performances de ces procédés, sur le Cahier des Prescriptions Techniques (CPT), cahier du CSTB 3448.
Ce CPT donne les règles de conception et de dimensionnement, ainsi que les exigences concernant le choix des matériaux utilisés et leur mode de pose.

Les principales règles de conception préconisées par le CPT sont les suivantes :

- les marches quadrangulaires doivent être en appui au minimum sur leurs deux grands côtés avec les petits côtés, s'ils sont en en bords libres, limités à 50 cm ;
- les marches de forme quelconque doivent être en appui continu périphérique et sans angle rentrant ;
- les marches en verre doivent être constituées par des composants verriers porteurs de même épaisseur et de même nature (trempé, durci ou recuit) conformes aux normes en vigueur. Elles ne doivent comporter ni trous ni encoches.



Marches de verre sur cadre acier en conformité avec les règles de conception préconisées par le CPT

Disposition non permise : marches de verre à bord libre reposant uniquement sur les deux petits côtés

Escalier en métal

Ce type d'escalier est généralement utilisé en milieu industriel bien que certaines tendances contemporaines l'aient introduit dans les locaux d'habitation.

Il est constitué soit de marches sur limon, soit de marches encastrées sur fût (escalier hélicoïdal).

Dans le premier cas, la conception et le dimensionnement sont similaires à celles des escaliers en béton avec limons.

Dans le second cas, on revient au cas de la marche encastrée.

On distingue deux types d'escaliers extérieurs que l'on désignera par les lettres A et B.

Type A : ce sont ceux qui permettent d'accéder à des niveaux surélevés de construction.

Intégrés au bâti, ils ne diffèrent des escaliers intérieurs que par leur emplacement.

Type B : ce sont ceux qui permettent de rattraper des déclivités de terrains ou de plates-formes. On les dénomme également « escaliers de jardin ».

Ceux-là relèvent de règles de conception spécifiques.

Escaliers de type A

Ces escaliers relèvent de règles de conception et d'exécution identiques à celles des escaliers intérieurs. Cependant des précautions supplémentaires sont à observer, du fait que l'escalier extérieur est soumis aux intempéries et que le choix des matériaux utilisés, la fréquence et la nature des opérations d'entretien et de contrôle doivent impérativement tenir compte de ce paramètre.

Le plus souvent, ce type d'escalier est fait en béton ou en maçonnerie, que l'on préfère au bois ou au métal, en raison de la meilleure durabilité en milieu extérieur.



Escalier extérieur métallique intégré au bâti



Attention !

La rugosité de la surface des marches doit prendre en compte le fait qu'en cas de pluie ou de gel, la sécurité vis-à-vis de la glissance doit être assurée. En conséquence, un traitement antidérapant doit être mis en œuvre.
Lorsque le revêtement est en maçonnerie, le traitement le plus efficace reste un traitement mécanique de la surface de la marche, traitement qui est plus fiable et plus durable qu'un revêtement rapporté.

Escaliers de type B

Conception et exécution

Ces escaliers sont généralement posés directement sur le sol.

Bien qu'intégré au bâti, les perrons d'accès aux ouvrages font partie de cette catégorie.



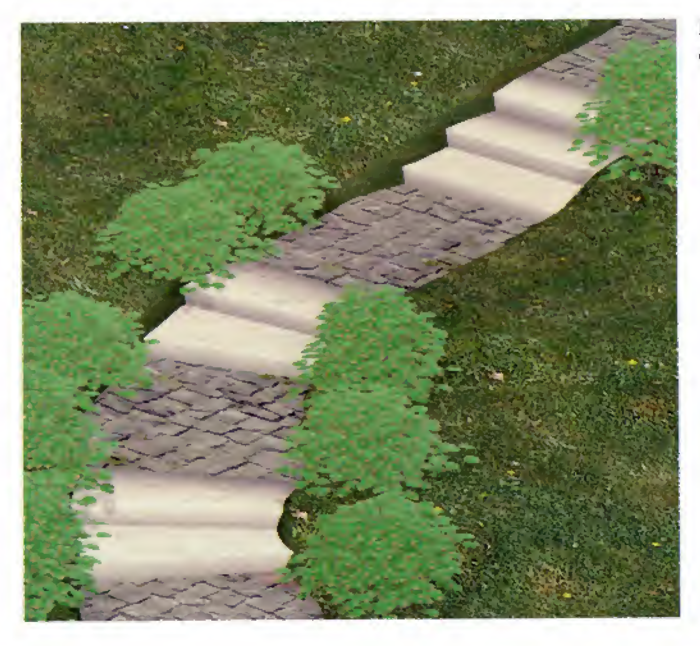
Perron d'accès

La pratique des professionnels de l'aménagement paysager a permis, pour les escaliers de type B, d'aménager les règles de sécurité et de pénibilité vues dans les chapitres précédents.

L'aménagement le plus notable concerne les dimensions et les proportions. Il est lié au fait que l'espace disponible en extérieur pour un escalier, sans qu'il y ait forcément de liaison prévue avec des corps de bâtiments, est souvent moins contraignant qu'en intérieur.

Ainsi, pour des escaliers extérieurs, la hauteur de la contremarche d'un escalier de jardin est comprise entre 12 cm et 15 cm : elle est donc inférieure à la hauteur de contremarche en intérieur (15 cm à 19 cm).

Les dimensions du giron sont souvent comprises entre 35 et 40 cm. Cela donne donc le plus souvent des escaliers à pente plus douce que celle des escaliers intérieurs.



Escalier extérieur de jardin

Dans ce type d'escalier, le giron n'est pas horizontal : une légère pente vers l'extérieur (1 % environ) permet un écoulement de l'eau satisfaisant (afin d'éviter les flaques stagnantes sur contremarches en cas de fortes pluies).



Attention !

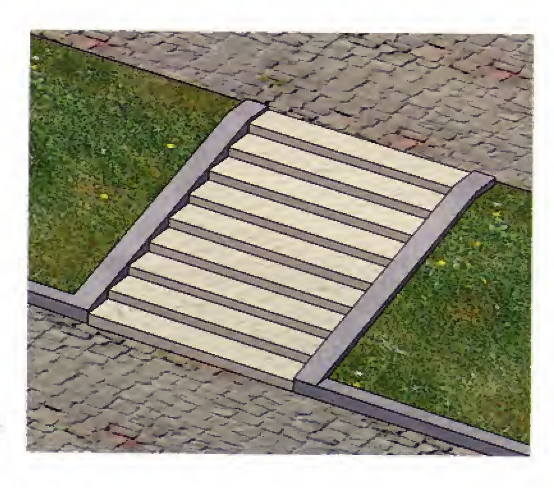
L'exécution de tels escaliers nécessite un terrassement et un traçage soigné. La réalisation de l'assise à proprement parler doit être traitée comme un dallage extérieur (voir le guide pratique *Fondations* par le même auteur et dans la même collection).

☞ Observation

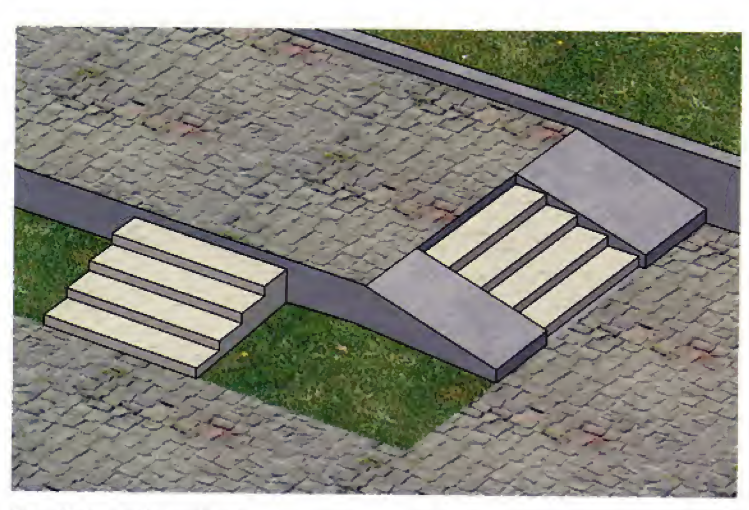
Comme dit précédemment, la plus grande attention doit être apportée au traitement de la rugosité de surface et de la durabilité des matériaux de revêtement.

Les différentes formes

Les formes les plus couramment utilisées sont illustrées ci-après.



Escalier en accompagnement de talus



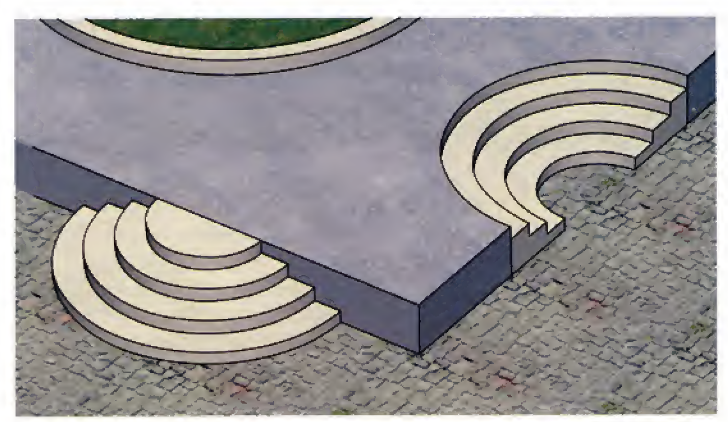
Escalier droit rentrant

Escalier droit saillant



Escalier saillant à marches retournées

Escalier latéral



Escalier circulaire rentrant

Escalier circulaire saillant



Attention !

La réglementation en matière d'accessibilité aux personnes à mobilité réduite impose que l'accès aux bâtiments puisse être possible à une personne assise sur un fauteuil roulant.

A ce titre, il est donc fait obligation, notamment pour ce qui concerne les ERP ainsi que les habitations collectives, que l'accès aux constructions puisse se faire par des plans inclinés permettant le roulage.

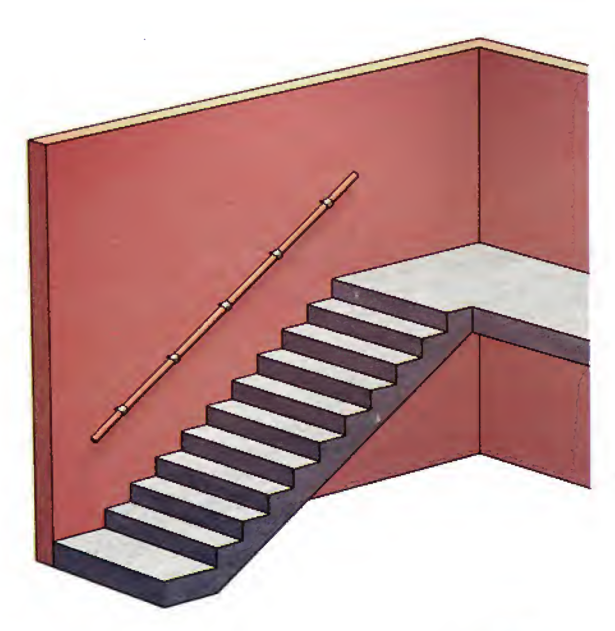
Garde-corps et mains courantes

Il convient de distinguer les garde-corps, qui sont mis en place pour la protection des chutes de hauteur, des mains courantes fixées au mur d'échiffre, disposées pour guider le cheminement le long de l'escalier.

Selon la norme NF P 01-012, on peut se passer de garde-corps dès lors que la hauteur de chute n'excède pas 1 mètre.



Garde-corps dans un escalier



Main courante dans un escalier

Hauteur de protection

On distingue les éléments de garde-corps disposés le long des volées et ceux disposés en bords de jours d'escalier et en rives de paliers.

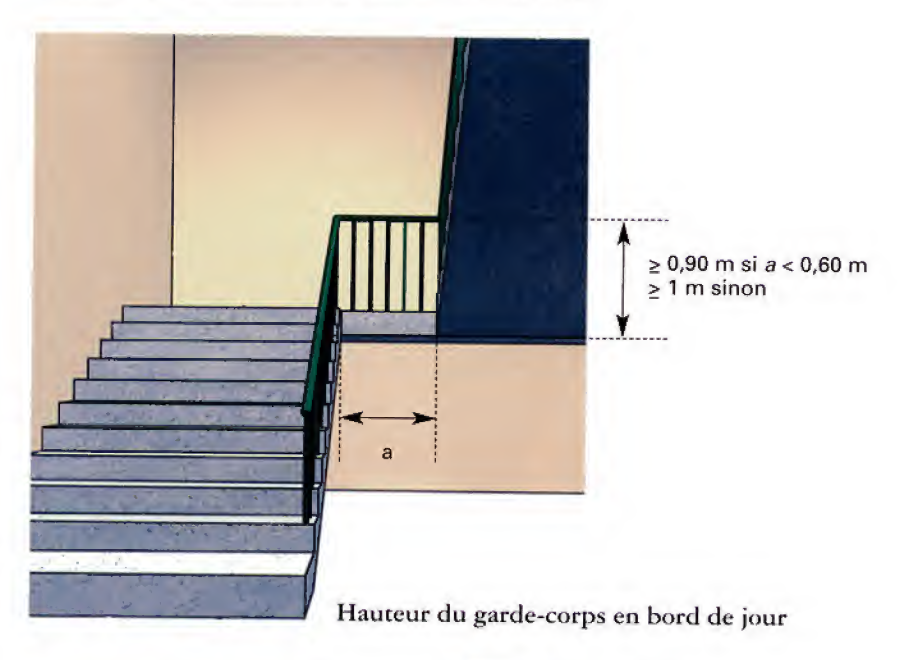
Garde-corps disposés le long des volées

Dans ce cas, la hauteur de protection totale, mesurée verticalement entre le nez de marche et le niveau supérieur de la main courante, doit être supérieure ou égale à 0,90 m.

Hauteur du garde-corps

Garde-corps disposés en bord de jours d'escalier

Dans ce cas, la hauteur de protection est ≥ 0,90 m si la largeur du jour d'escalier est < 0,60 m, et doit être e 1 m dans le cas contraire.



Hauteur du garde-corps en bord de jour

Garde-corps disposés en rives de paliers

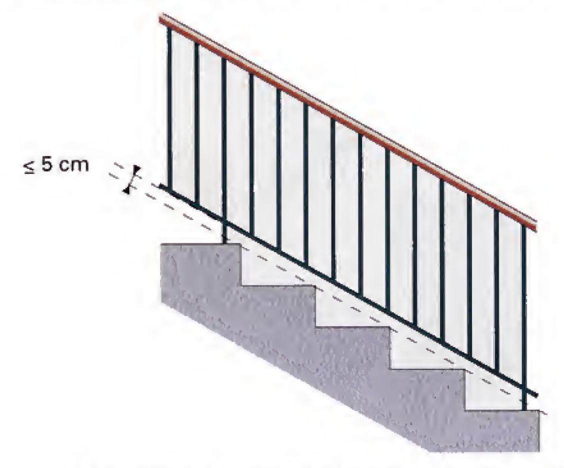
Dans ce cas, le traitement est celui d'un garde-corps classique et il convient de se référer à la norme NF P 01-12 ou au guide pratique *Garde-corps de bâtiments,* paru dans la même collection.

Remplissage de garde-corps

Les règles en la matière visent à limiter les espacements entre éléments constitutifs des garde-corps.

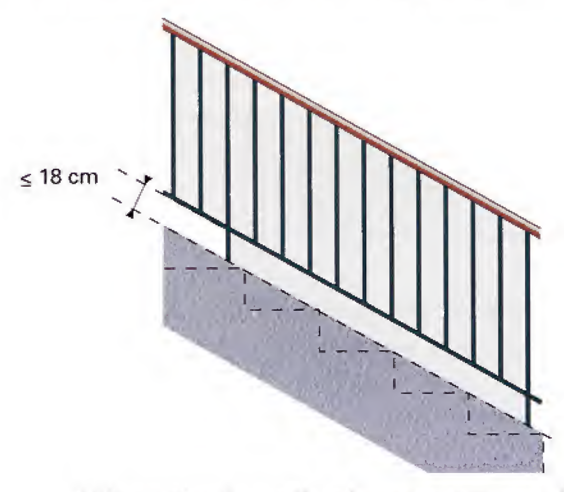
Garde-corps disposés le long des volées

- pour les escaliers ne disposant pas de limon, le vide entre le nez de marche et la lisse basse (ou le bas du panneau de remplissage) ne doit pas excéder 5 cm mesuré perpendiculairement au plan moyen de la volée d'escalier,



Vide maximal sous lisse basse en l'absence d'un limon

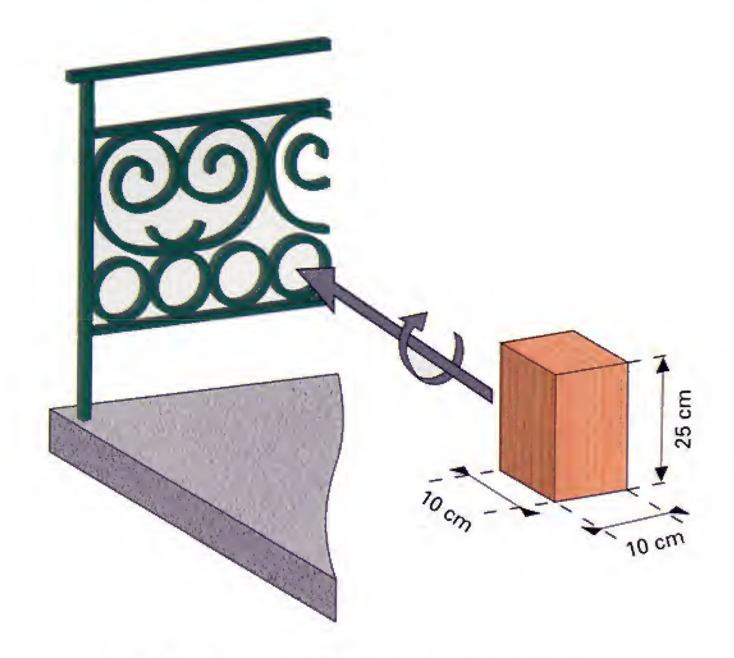
- pour les escaliers disposant d'un limon, le vide mesuré entre le dessus de celui-ci et la lisse basse (ou le bas du panneau de remplissage) ne doit pas excéder 18 cm.



Vide maximal sous lisse basse en présence d'un limon

Les vides compris entre éléments du garde-corps doivent respecter les conditions suivantes :

- entre barreaux ou panneaux verticaux : ≤ 11 cm
- entre lisses parallèles au plan moyen de la volée : ≤ 18 cm
- entre tous les éléments (autres que verticaux ou parallèles au plan moyen de la volée) : interdire le passage en toutes positions d'un gabarit parallélépipédique de 25 x 10 x 10 cm.



Gabarit pour vide dans un garde-corps

Garde-corps disposés en bord de jours d'escalier

Il est loisible de retenir les mêmes dispositions que ci-dessus pour le cas où la largeur du jour d'escalier n'excède pas 60 cm. Sinon, il convient de se référer à la norme NF P 01-12 ou au guide pratique *Garde-corps de bâtiments* paru dans la même collection.

☞ Observation

Néanmoins, pour les maisons individuelles ainsi que pour les paliers d'escaliers non encloisonnés des bâtiments d'habitation collectifs, il est recommandé de limiter le vide inférieur sous lisse basse à 11 cm.

Main courante indépendante

La main courante indépendante est nécessaire pour la stabilisation de la cadence de marche dans un escalier.

Maisons individuelles

Si l'escalier est inséré entre parois pleines, il doit comporter une main courante au moins d'un côté, disposée entre 0,80 m et 1,00 m de hauteur.

Aux départs de paliers et arrivées sur paliers, cette main courante doit présenter un prolongement horizontal de la longueur d'une marche au-delà de la première et de la dernière marche, sans constituer un obstacle à la circulation.

Elle doit être continue, rigide et facilement préhensible. Enfin, elle doit être visuellement différenciée de la paroi support grâce à un éclairage particulier ou à un effet de contraste visuel.

Bâtiments d'habitation collectifs

Obligation est faite dans tous les cas d'avoir une main courante des deux côtés, avec ou sans garde-corps.

Les mêmes règles de conception que pour les maisons individuelles s'appliquent.

Glossaire

Avis Technique (AT ou ATec)

Document de constat d'aptitudes à l'emploi de produit ou procédé de construction « non traditionnel », hors normalisation et hors DTU, pouvant compléter ou remplacer certaines dispositions des textes de références de mise en œuvre.
La demande d'ATec est une procédure volontaire d'évaluation, validée par l'un des groupes spécialisés (GS) de la commission chargée de formuler les Avis Techniques dont le secrétariat est assuré par le CSTB.

Cahier des Prescriptions Techniques (CPT)

Ils regroupent les règles d'emploi et les dispositions de mise en œuvre communes à une famille de produits ou procédés « non traditionnels » bénéficiant d'un Avis Technique ou d'un Document Technique d'Application. Ils doivent être utilisés conjointement avec les documents qui y font référence, qu'ils peuvent compléter ou amender. Certains CPT restent en vigueur lorsque les produits sont sortis du champ de l'ATec (transposition progressive en norme-DTU ou dispositions liées à un référentiel de certification de produit ayant remplacé les ATec).

Crémaillère

Poutre inclinée supportant les marches et présentant des redans permettant de poser les marches.

Document Technique d'Application (DTA)

Document d'information et d'appréciation de produits ou systèmes « non traditionnels » conformes à une spécification technique harmonisée européenne de référence et relevant du marquage CE pour la mise sur le marché. Lorsque ce n'est pas le cas, le terme Avis Technique (AT ou ATec) est employé.

Document Technique Unifié (DTU, NF-DTU, Norme-DTU)

Textes de nature normative se référant à des produits ou procédés traditionnels et réunissant l'ensemble des règles de conception et de mise en œuvre des diverses techniques de construction dont le bien fondé est confirmé par l'expérience.

Durabilité

Aptitude d'un matériau, placé dans ses conditions d'utilisation, à conserver dans le temps des propriétés ou performances compatibles avec les fonctions qu'il doit assurer.

Escaliers résidentiels

Ce sont des escaliers implantés dans des locaux destinés à l'habitation.

Fil du bois

Désigne, pour une pièce de bois, la direction dans laquelle les fibres sont dirigées. Cette direction est celle qui offre la meilleure résistance à la traction.

Flexion

Mode de fonctionnement de certains éléments de structure, consistant en le développement de courbure (ce fonctionnement se retrouve principalement dans les planchers et, plus généralement, les éléments horizontaux).

Fût

Désigne le poteau central supportant un escalier hélicoïdal.

Garde-corps

Élément plan vertical ou sensiblement vertical, destiné à empêcher la chute des personnes d'un endroit élevé de plus de 1 mètre.

Ligne de foulée

Ligne imaginaire qui se trouve à une distance constante du jour de l'escalier et qui correspond à la trajectoire suivie par une personne se déplaçant dans l'escalier. Pour un escalier droit, cette ligne relie entre eux les centres des marches. Pour un escalier balancé, la ligne de foulée est tracée à une distance constante du bord extérieur des marches (en général 50 cm).

Limon

Poutre inclinée supportant les marches.

Lisse

Elément de type barre faisant partie d'un garde-corps (on parle de lisse haute, de lisse basse et de lisse intermédiaire). La main courante d'un garde-corps peut faire office de lisse haute.

Main courante

Élément de type barre, mis en partie supérieure d'un garde-corps d'escalier, permettant d'y poser la main pour se guider.

Main courante indépendante

Élément de type barre fixée à un mur d'échiffre, ayant fonction de main courante.

Normes

Documents, élaborés par des organismes spécialisés, approuvés et homologués par des bureaux de normalisation agréés, précisant les exigences auxquelles les ouvrages composants ou produits doivent satisfaire pour remplir leurs fonctions.

Perron

Ensemble de quelques marches conduisant à l'entrée d'un bâtiment.

Poutre d'étage

Poutre disposée au niveau d'un plancher et destinée à supporter une partie de celui-ci.

Poutre palière

Poutre destinée à supporter le palier.

Robustesse

Aptitude d'un système constructif ou d'un matériau, etc., à se comporter convenablement lors d'actions non prévues (par exemple, un mur en béton armé peut généralement supporter sans conséquences un choc accidentel de véhicule, même s'il n'a pas été prévu pour cela). Cette notion est à différencier de celle de « résistance » qui est la capacité à supporter les actions prévues.

Solive

Poutre secondaire disposée dans un plancher et destinée à reporter les charges vers le système d'appui.

Système d'appui

Désigne la manière dont un élément structural est appuyé. On parle également de « schéma statique ».

Système constructif

Ensemble des éléments structuraux et des liaisons entre ces éléments, constituant une construction.

Tôle larmée

Il s'agit d'une tôle comportant des aspérités dans son plan, obtenue par emboutissage et permettant de diminuer la glissance.

Les principaux termes utilisés et les définitions des divers composants d'un escalier sont donnés au chapitre « Définitions », page 10. Il n'a donc pas été jugé utile de les rappeler ici.

Réglementation, normes et autres documents de références

Textes réglementaires

Arrêté du 31 mai 1994 relatif au classement minimal des matériaux de revêtement des escaliers des lieux de travail.

Arrêté du 19 septembre 2002 portant application aux kits d'escaliers préfabriqués du décret n° 92-647 du 8 juillet 1992 concernant l'aptitude à l'usage des produits de construction, modifié par le décret n° 95-1051 du 20 septembre 1995 (DPC et ATE).

Art. R111-5 du Code de la construction complété par le décret du 14/06/1969, article « passage de brancard ».

DTU - Normes de mise en œuvre

DTU 31.1- Charpente et escaliers en bois

- Partie 1 : Cahier des clauses techniques (NF P21-203-1), mai 1993
  Amendement A1 (NF P21-203-1/A1), février 1998
  Amendement A2 (NF P21-203-1/A2), août 2002
- Partie 2 : Cahier des clauses spéciales (NF P21-203-2), mai 1993
  Amendement A1 (NF P21-203-2/A1), août 2002

Autres normes

NF P 06-001 - Bases de calcul des constructions - Charges d'exploitation des bâtiments (indice de classement : P06-001), juin 1986

NF P 01-012 - Dimensions des garde-corps - Règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier (indice de classement : P01-012), juillet 1988

NF P 21-210 - Escaliers en bois - Terminologie (indice de classement : P21-210), avril 1993

XP P 21-211 - Escaliers en bois - Spécifications (indice de classement : P21-211), septembre 2003

NF P 01-011 - Dimensions des constructions - Escaliers droits en maçonnerie (indice de classement : P01-011), mai 1945

NF P 87-301 - Escaliers - Marches et contremarches en béton de ciment pour volées droites (indice de classement : P87-301), juillet 1976
(cette norme est remplacée par la NF EN 14843 à compter de janvier 2009)

NF EN 14843 - Produits préfabriqués en béton - Escaliers (indice de classement : P19-814), juillet 2007
(remplace la norme française NF P 87-301 de juillet 1976)

NF EN 1991-1-1 - Eurocode 1 - Actions sur les structures - Partie 1-1 : Actions générales - Poids volumiques, poids propres, charges d'exploitation des bâtiments (indice de classement : P06-111-1), mars 2003

NF EN ISO 14122-3 - Sécurité des machines - Moyens d'accès permanents aux machines - Partie 3 : Escaliers, échelles à marches et garde-corps (indice de classement : E85-003), décembre 2007

Autres documents de référence

Dalles de planchers et marches d'escalier en verre (GS 2)
Conditions générales de conception, fabrication et mise en œuvre.
Cahiers du CSTB, cahier 3448, mars 2003.

Les Cahiers des Prescriptions Techniques (CPT) sont des parties intégrantes d'Avis Techniques (ATec) ou de Documents Techniques d'Application (DTA) présentant des dispositions communes à une famille de produits ou procédés. Ils ne doivent donc pas être utilisés seuls, mais conjointement avec l'ATec ou le DTA qui y fait référence, qu'ils peuvent compléter ou amender.

Ces documents sont consultables sur le site du CSTB : www.cstb.fr, espace « Avis Techniques ».

Bibliographie

Fondations
Conception, dimensionnement et réalisation - Maisons individuelles et bâtiments assimilés
Ménad Chenaf, Nicolas Ruaux
CSTB, collection Guide pratique, janvier 2008 (2e édition)

Garde-corps de bâtiments
Fonction, conception et dimensionnement
Michel Bazin
CSTB, collection Guide pratique, octobre 2006

Le calcul et la vérification des ouvrages en béton armé
Pierre Charon
Éditions Eyrolles, 1983

La maçonnerie
Guy Brigaux
Éditions Eyrolles, 1981

Maçonneries
Jean-Daniel Merlet, Bernard Blache
CSTB, collection Guide pratique, juin 2008

Notions sur les constructions de bâtiments
G. Espitallier
Éditions Eyrolles, 1947

Index



Déjà parus dans la collection Guide Pratique

Les règles de construction
Mieux les connaître pour mieux les appliquer
Présentation de l'ensemble des textes techniques et réglementaires régissant l'acte de construire.
94 pages et plus de 100 illustrations en couleur

Les signes de qualité dans le bâtiment
Mieux les connaître pour mieux les utiliser : certifications, qualifications, classements...
Répertoire des signes de qualité existant dans le bâtiment et de leurs spécificités.
88 pages illustrées reproduisant les logos associés aux signes de qualité

Installation d'assainissement autonome
Pour maison individuelle
En application du DTU 64.1.
64 pages et plus de 70 schémas et illustrations en couleur

Fondations
Conception, dimensionnement et réalisation Maisons individuelles et bâtiments assimilés
En application des DTU 13.12, 13.3 et 20.1.
68 pages et plus de 65 schémas et dessins

Maçonneries
En application des NF DTU 20.1 et 20.13
128 pages et plus de 130 schémas en couleur

Les planchers
conception et exécution
En application des Règles de calcul, des DTU et des CPT planchers
68 pages, plus de 50 schémas et dessins

Construction d'une cheminée
Foyers ouverts et fermés. Conduits maçonnés et métalliques
En application des DTU 24.2.1 et 24.2.2.
84 pages et plus de 80 schémas et illustrations en couleur

Les ponts thermiques dans le bâtiment
Mieux les connaître pour mieux les traiter
En conformité avec la Réglementation Thermique.
80 pages et plus de 170 schémas et illustrations en couleur

Les couvertures en tuiles
Tuiles de terre cuite - tuiles en béton
En application des DTU 40.21, 40.211, 40.22, 40.23, 40.24, 40.241, 40.25
124 pages et plus de 130 schémas et illustrations en couleur

Étanchéité des toitures-terrasses
Conception et réalisation
En application des DTU 43.1, 43.3, 43.4 et 43.5.
136 pages et plus de 130 dessins et illustrations en couleur

Bardage rapporté sur ossature secondaire en bois
Mise en œuvre sur murs en béton banché ou en maçonnerie d'éléments
En application du Cahier du CSTB n° 3316 et de son modificatif n° 3422.
80 pages et plus de 100 schémas et illustrations en couleur

Les enduits de façade
Mise en œuvre des enduits minéraux sur supports neufs et anciens
En application de la norme NF DTU 26.1 et de la certification « Certifié CSTB Certified » des mortiers d'enduits monocouches
96 pages et plus de 60 schémas et illustrations en couleur

Le ravalement de façade
Par application de revêtements
En application des DTU 42.1, 59.1 et 59.2.
80 pages et plus de 80 schémas et illustrations en couleur

Salissures de façade : comment les éviter ?
Exemples de solutions techniques
Diagnostic des causes de salissures et solutions pour les prévenir ou y remédier.
64 pages et plus de 80 schémas et illustrations en couleur



Ouvrages en plaques de plâtre
Plafonds, habillages, cloisons, doublages, parois de gaines techniques
En application des normes NF DTU 25.41, 25.42.
168 pages et plus de 160 schémas et dessins en couleur

Plafond Rayonnant Plâtre (PRP)
En application des Avis Techniques et du DTU 25.41.
56 pages et plus de 60 schémas et illustrations en couleur

Plancher Rayonnant Electrique (PRE)
En application des Avis Techniques, du CPT PRE 09/07, de la norme NF DTU 26.2, du DTU 52.1 et du DTU 26.2/52.1
72 pages et plus de 70 illustrations en couleur

Garde-corps de bâtiments
Fonction, conception et dimensionnement
En application de l'article R. 111-15 du Code de la construction et de l'habitation (CCH) et des normes NF P01-012 et P01-013
64 pages, plus de 100 dessins et photos en couleur et 1 CD-Rom

Mise en œuvre des menuiseries en PVC
En travaux neufs et réhabilitation
En application des conditions générales de mise en œuvre des menuiseries en PVC faisant l'objet d'un Avis Technique et de l'annexe commune aux DTU 36.1/37.1.
84 pages et plus de 130 schémas et illustrations en couleur

Mise en œuvre des menuiseries en aluminium
En travaux neufs et réhabilitation
En application des DTU 37.1 et 37.2.
88 pages et plus de 130 schémas et illustrations en couleur

Mise en œuvre des menuiseries en bois
En travaux neufs et réhabilitation
En application du DTU 36.1.
88 pages et plus de 120 schémas et illustrations en couleur

Pose collée de carrelage en travaux neufs
carreaux céramiques ou analogues : pierres naturelles, pâtes de verre et émaux...
En application de la certification « Certifié CSTB Certified » des colles à carrelage et des Cahiers des Prescriptions Techniques de mise en œuvre (CPT), e-Cahiers du CSTB, cahiers 3522-V2, 3265-V4, 3266-V3, 3267-V3 et 3527-V2
84 pages et plus de 100 illustrations et schémas en couleur

Les peintures et revêtements muraux collés
En intérieur
En application des DTU 59.1 et 59.4.
68 pages, plus de 40 dessins et photos en couleur

Installations de gaz dans les bâtiments d'habitation
En application de la norme NF DTU 61.1
104 pages et plus de 70 schémas et illustrations en couleur

Installations électriques et de communication des bâtiments d'habitation
En application de la norme NF C 15-100 et du guide UTE C 15-900.
100 pages et plus de 140 schémas et illustrations en couleur

Procédés de traitement des eaux à l'intérieur des bâtiments
Eau froide et eau chaude sanitaires
Eaux de chauffage et de refroidissement
92 pages et 55 schémas et illustrations en couleur

Les Vérandas
Conception, construction, entretien, maintenance
En application des règles professionnelles SNFA et du référentiel du CSTB pour l'homologation des systèmes de vérandas.
88 pages et plus de 70 illustrations en couleur

Les escaliers

Conception, dimensionnement, exécution : escalier en bois, métal, verre, maçonnerie, pierre naturelle…

Avec la collection *Guide Pratique*, le CSTB offre aux professionnels du bâtiment une lecture plus facile des règles techniques de construction. Recueils de détails d'exécution présentant un large éventail de situations possibles de mise en œuvre, ces guides ne remplacent pas les textes de référence, mais en constituent un complément indispensable.

Les escaliers sont des éléments d'ouvrage très particuliers du fait de la variété des types rencontrés, des formes adoptées, des matériaux utilisés et des modes de conception qui s'y rattachent. Leur rôle fonctionnel est le plus souvent couplé à un rôle décoratif et les architectes accordent aux escaliers une attention particulière, même pour des ouvrages d'importance moyenne.

La diversité des formes rend quelquefois la tâche difficile au constructeur qui a en charge de transformer un plan d'escalier en un ouvrage réel pour lequel, de surcroît, des exigences de stabilité, de confort et de sécurité d'utilisation sont formulées par les divers textes.

Ce guide propose au professionnel, qu'il soit maître d'œuvre, ingénieur, projeteur, architecte, bureau de contrôle, entrepreneur ou artisan, des informations claires, organisées et présentées de manière à comprendre et appliquer précisément les différentes règles en matière de conception et d'exécution d'escaliers.

Les différents types d'escaliers rencontrés dans la pratique sont présentés, un point est fait sur la visée des textes réglementaires, la manière de dimensionner un escalier est décrite, les éléments annexes tels que les garde-corps sont abordés, et les cas peu courants, mais quelquefois utilisés, sont cités.

Même s'il ne vise pas à remplacer les ouvrages et traités relatifs aux escaliers, ce guide, avec ses très nombreuses illustrations et ses explications claires et concises, trouvera naturellement sa place dans la bibliothèque du constructeur qui souhaite confirmer rapidement une formule de calcul ou une règle particulière de conception.

Ce guide a été rédigé par Ménad CHENAF, ingénieur en chef, responsable de la division Ingénierie de la Sécurité au CSTB.

SIÈGE SOCIAL
84, AVENUE JEAN JAURÈS | CHAMPS-SUR-MARNE | 77447 MARNE-LA-VALLÉE CEDEX 2
TÉL. (33) 01 64 68 82 82 | FAX (33) 01 60 05 70 37 | www.cstb.fr

CSTB
le futur en construction

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT | MARNE-LA-VALLÉE | PARIS | GRENOBLE | NANTES | SOPHIA ANTIPOLIS

G02-27
ISBN 978-2-86891-396-8

